ББК 37.95
И75

ОТ АВТОРА

Книга представляет собой учебник по курсу «Кинофотопроцессы и материалы», читаемому на кинооператорском факультете Всесоюзного государственного института кинематографии.

Второе издание учебника потребовалось потому, что за прошедшие 15 лет в кинематографии и на телевидении появились новые процессы, в основном — цветные.

В книге, в отличие от инженерных курсов, рассчитанных на технологов по производству и обработке светочувствительных материалов, изложены свойства кинопленок, технология их обработки и способы оценки изображений в объеме сведений, необходимых кинооператору.

Автор стремился исключить дублирование дисциплин «Киносъемочная аппаратура и оптика», «Киносветотехника», «Видеозапись» и «Операторское мастерство», изучаемых студентами кинооператорского факультета, вследствие чего некоторые сведения изложены кратко.

Книга может служить пособием для операторов-практиков, работающих в кино- и телестудиях.

Автор благодарит коллег кафедр Кинотелетехники и Операторского мастерства ВГИКа, а также научных работников и технологов Л. Ф. Артюшина, Л. И. Архипова, В. М. Бондарчука, А. П. Иванова и Г. Ю. Просвирина за помощь в работе над рукописью.

Евсей Абрамович Иофис
Кинофотопроцессы и материалы
Редактор В. С. Богатова. Художник И. С. Клейнард. Художественный редактор Г. И. Сауков. Технический редактор А. Н. Ханина. Корректоры В. П. Акулинина и 3. П. Соколова. Сдано в набор 18.06.79. Подписано в печать 08.02.80. А04391. Формат издания 60Х90/$_{16}$. ByMaia типографская Ml 2. Гарнитура обыкновенная. Высокая печать. Усл. п. л. 15. Уч.-изд. л. 16,28. Изд. № 16695. Тираж 20 000. Заказ 456. Цена 90 коп. Издательство «Искусство», 103009 Москва* Собиновский пер., 3. Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97$_4$

11.Б. 1105

32303—047
ц————————122—80 4910030000
025(01)—80

Глава I ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КИНОПЛЕНКАХ И ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

§ 1. Строение кинопленок

Основным носителем изображения и звука в фильме является кинопленка.

Кинопленка представляет собой гибкую ленту, по краям которой расположены перфорационные отверстия для перемещения и фиксации кинопленок в киноаппаратах и машинах.

Кинопленки имеют сложное строение. Они состоят из связанных между собой слоев и подложки, резко различных по свойствам.

Заводы, изготовляющие кинопленки, относятся к предприятиям с высокой технологической культурой. Технология построена на глубоких научно-исследовательских работах, предусматривающих использование разнообразного сырья и прецизионного оборудования.

Кинопленки бывают черно-белыми и цветными, и обладают они различными фотографическими и техническими свойствами.

Основным слоем кинопленок является светочувствительный, представляющий фотографическую эмульсию (суспензию) — водный раствор желатины, содерятщий во взвешенном состоянии мпкрокристаллы галогенидов серебра ($AgBr$, $AgCl$, AgJ). Желатина защищает их от выпадения. Галогенидосеребряные микрокристаллы — светочувствительная часть фотографической эмульсии. Светочувствительность их объясняется присутствием в кристаллической решетке микрокристаллов включений из металлического или сернистого серебра. Эти включения служат центрами светочувствительности (рис. I. 1). В одном микрокристалле может быть несколько центров светочувствительности. Располагаются они на поверхности и внутри микрокристалла.

Желатина относится к природным полимерам животного происхождения. Изготовляют ее из костей, сухожилий, хрящей и т. п. путем длительного кипячения в воде. Сухая желатина без вкуса, запаха, почти бесцветна или слегка желтовата.

Желатина имеет очень важное значение при изготовлении кинопленок. Она содержит примеси, называемые химическими сенсибилизаторами. Эти сенсибилизаторы участвуют в создании

центров светочувствительности микрокристаллов галогенида серебра и способствуют повышению светочувствительности кинопленок. Желатина обеспечивает равномерное протекание физико-химических процессов при обработке кинопленок, влияет на сохранность фотографических свойств и т. д. Однако желатина имеет и ряд недостатков по физико-механическим свойствам, как-то: малую механическую прочность, малую теплоустойчивость, хрупкость, скручиваемость и др. Существенным недостатком желатины является непостоянство светочувствительности микрокристаллов галогенида серебра, которое почти невозможно учесть при изготовлении фотографической эмульсии, что осложняет получение однородных по свойствам кинопленок.

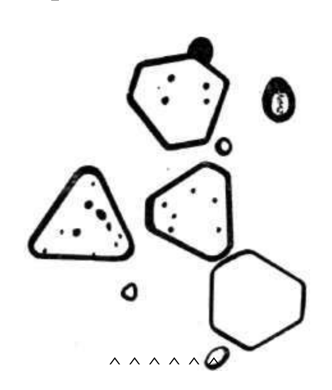


Рис. 1.1. Центры светочувствительности в микрокристаллах галогенида серебра

В целях улучшения свойств фотографической эмульсии иногда желатину в ней частично или полностью заменяют синтетическими высокомолекулярными соединениями.

Светочувствительный слой кинопленки содержит огромное количество микрокристаллов галогенида серебра. В зависимости от вида кинопленок в 1 $см^3$ может быть от 10^{11} до 10^{14} микрокристаллов. Они распределены в светочувствительном слое беспорядочно и *о много ярусов друг над другом. Светочувствительность фотографической эмульсии связана с размерами микрокристаллов. Обычно чем они крупнее и больше имеют центров светочувствительности, тем выше светочувствительность. У позитивных кинопленок, имеющих малую светочувствительность, диаметр микрокристаллов близок к 0,63 мкм, у негативных — среднечувствительных около 0,79 мкм, у высокочувствительных — 1,09 мкм. В каждом светочувствительном слое кинопленок есть разные по размерам микрокристаллы.

В некоторые фотографические эмульсии, главным образом для негативных кинопленок, добавляют соли золота. Эти соли относятся к химическим сенсибилизаторам. Полагают, что при введении солей золота в фотографическую эмульсию протекает процесс, в результате которого происходит обмен между серебряными или сернисто-серебряными центрами светочувствительности и ионами.золота в микрокристалле, с образованием золотых центров светочувствительности. Концентрация золота в фотографической эмульсии чрезвычайно мала. Золотая сенсибилизация увеличивает светочувствительность кинопленок в несколько раз.

Химическими сенсибилизирующими свойствами обладают также некоторые соли других благородных металлов — платины, иридия и др. От того, в каком количестве и как распределены центры светочувствительности в микрокристаллах галогенида серебра и каковы их размеры, зависят многие свойства фотографической эмульсии.

Естественная чувствительность галогенида серебра ограничена ультрафиолетовой, фиолетовой и синей зонами спектра. Такая спектральная чувствительность галогенида серебра приводит к искажениям в воспроизведении объекта съемки. Визуально яркие цвета — желтый, зеленый и красный — в фотографическом изображении будут переданы темными, а фиолетовые и синие — светлыми, что совершенно не согласуется с восприятием глаза.

Спектральная чувствительность галогенидов серебра может быть расширена на весь видимый спектр и некоторую часть инфрахроматической области. Дополнительную спектральную чувствительность получают путем введения в фотографическую эмульсию оптических сенсибилизаторов. К ним относятся специальные красители, способные адсорбироваться на микрокристаллах галогенидов серебра и поглощать излучения той области спектра, к которой очувствляют светочувствительный слой кинопленки.

Механизм сенсибилизации до конца не выяснен. Упрощенно этот процесс можно представить так: адсорбированный краситель, поглощая длинноволновые излучения, не действующие на галогениды серебра, передает приобретенную слоем энергию микрокристаллу. Тем самым создаются благоприятные условия для первичного акта образования скрытого изображения. Или еще проще: оптические сенсибилизаторы, будучи окрашенными веществами, обладают избирательным поглощением и первоначально являются поглотителями световой энергии, затем передатчиками этой энергии микрокристаллу галогенида серебра.

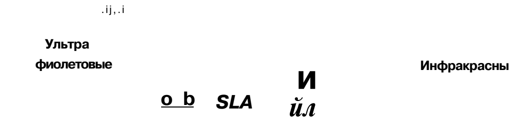


Рис. 1.2. Спектральная чувствительность фотографических эмульсий: *1* — несенсибилизированная, *2* — ортохроматическая, *3* — изоортохроматическая, *4* — изохроматическая, *5* — панхроматическая, *6* — изопанхроматическая, *7* — инфрапанхроматическая, *8* — инфрахроматическая

С помощью оптических сенсибилизаторов созданы фотографические эмульсии дополнительно чувствительные к любой области виды-

мого спектра и к его ближним частям— ультрафиолетовой и инфракрасной (рис. I. 2).

Фотографические эмульсии для цветных кинопленок не только различны по спектральной чувствительности, но и содержат *краскообразующие компоненты*. Они в процессе проявления кинопленок создают в светочувствительных слоях изображения из красителей: желтого, пурпурного и голубого. Краскообразующие компоненты могут быть бесцветными и окрашенными.

В фотографические эмульсии вводят различные добавки. К ним относятся: *стабилизаторы* — способствующие сохранности фотографических свойств кинопленок и увеличивающие срок их годности; *пластификаторы* — придающие гибкость и пластичность светочувствительному слою и уменьшающие его хрупкость; *дубители* — повышающие температуру плавления светочувствительного слоя, его механическую прочность и уменьшающие набухаемость; *антисептики* — предохраняющие эмульсию от бактериологического разрушения; *смачиватели* — обеспечивающие равномерность наноса светочувствительного слоя на подложку.

В некоторые фотографические эмульсии для повышения разрешающей способности и снижения ореолообразования (§ 12) вводят красители, окрашивающие светочувствительный слой.

Подложка кинопленок представляет собой триацетат целлюлозы, обычно называемой *триацетатом*.

Основным сырьем (пленкообразующим) для изготовления триацетатной подложки служит целлюлоза, например хлопковый пух.

В процессе изготовления подложки целлюлозу с помощью специальных растворителей (уксусная, кислота, метиленхлорид и др.) превращают в однородную вязкую массу. После соответствующей обработки в массу добавляют пластификаторы, стабилизаторы и вещества, улучшающие механические свойства подложки.

Чтобы вязкая масса была пригодна для отлива подложки, раствор очищают многократной фильтрацией от различных загрязнителей, удаляют из раствора пузырьки воздуха и т. д.

Подготовленный раствор поступает в машины, в которых осуществляются все операции по изготовлению подложки: от отлива до сушки. Отлитая подложка в виде прозрачной и эластичной ленты наматывается на бобину, часто называемую *осью*, номер которой указывается на изготовленной кинопленке.

Рулон, намотанный на бобину, может быть шириной 120 см и длиной до 9000 см. В зависимости от типа кинопленок подложку изготовляют разной толщины. Обычная толщина триацетатной подложки — 130-140 мкм.

Технологический процесс изготовления подложки происходит в строго регламентированных условиях, контролируемых и регулируемых автоматическими приборами.

Подложка должна иметь высокую механическую прочность, ровную поверхность, оптическую прозрачность, термическую стойкость, химическую инертность и безусадочность. Все эти свойства нормированы.

Для некоторых видов кинопленок подложку делают слабо окрашенной в голубой или сиреневый цвет.

Специальные виды кинопленок имеют подложку из *лавсана*, который много тоньше (70—80 мкм) и прочнее триацетата. Зарубежные фирмы лавсан называют териленом, кронаром, эктаром и др.

К вспомогательным слоям кинопленок относят: подслой, защитный, противоореольный, противоскручивающий, противостатический, светофильтровый и промежуточный слои.

Подслой расположен непосредственно на поверхности подложки кинопленки. Он обеспечивает прочное сцепление светочувствительного слоя с подложкой. Подслой состоит из желатины, растворителя и вещества, способствующего набуханию поверхности подложки. При отсутствии подслоя или недоброкачественности его светочувствительный слой может отделиться от подложки, особенно во время обработки кинопленки в растворах.

Защитный слой наносится на наружный светочувствительный слой кинопленки. Он предохраняет светочувствительный слой от механических повреждений, могущих появиться при транспортировании кинопленки в съемочном, копировальном и проекционном аппаратах, а также во время других операций. Этот слой представляет собой раствор желатины с дубящими веществами, которые вследствие диффузионных свойств дубят и нижележащие слои, повышая их прочность. У некоторых типов кинопленок желатина в защитном слое заменена синтетическим полимером.

Противоореольный слой помещается на одной из сторон подложки кинопленки. Он предохраняет светочувствительный слой от ореолов, возникающих при съемке ярких деталей объекта. Противоореольный слой должен поглощать лучи, прошедшие через светочувствительный слой и отражаемые подложкой кинопленки. Противоореольный слой может состоять из разных веществ, в том числе из частиц металлического серебра темно-синего или коричневого цвета. Наиболее качественный противоореольный слой получают из сажи, поглощающей все лучи видимого спектра, отражаемые подложкой. Этот слой расположен на наружной стороне подложки. При фотографической обработке кинопленок противоореольный слой обсцвечивается или механически стирается. Некоторые кинопленки имеют окрашенную подложку, обладающую противоореольными свойствами.

Противоскручивающий слой (контрслой) наносится на наружную поверхность подложки кинопленки. Он препятствует скручиванию подложки светочувствительным слоем и придает кинопленке плоскостность.

Противостатический слой наносится на наружную поверхность подложки. Он устраняет накопление статического электричества кинопленкой при ее перемотке. Статическое электричество служит причиной появления на кинопленке изображений электрических разрядов (ветки и точки) и сильно притягивает пыль, загрязняющую кинопленку и способствующую возникновению царапин, нагара и т. д. Противостатический слой содержит электролиты, которые за счет своей электропроводности удаляют заряды статического электричества.

Светофильтровый слой' помещается между светочувствительными слоями кинопленки. Он поглощает лучи, которые не должны действовать на расположенный под ним светочувствительный слой. Светофильтровые слои применяют в цветных кинопленках для придания им зональной чувствительности. Так, желтый светофильтровый слой между наружным — синечувствительным и средним — зеленочувствительным слоями обеспечивает получение цветоделенных изображений. Пурпурный светофильтровый слой, имеющийся у неко-

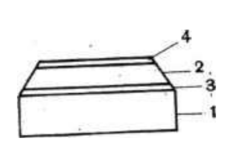


Рис. 1.3. Строение черно-белой кинопленки: *1* — подложка, *2* — светочувствительный слой, *3* — подслой, 4 —защитный слой

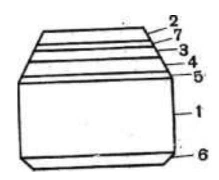


Рис. 14. Строение цветной кинопленки: *1* — подложка, *2* — синечувствительный слой, *S* —' зеленочувствительный слой, *4* — красночувствительный слой, 5 — подслой, 6 — противоореольный слой, *7* — желтый светофильтр.

торых цветных кинопленок в дополнение к желтому, расположенный между зелено- и красночувствительными - слоями, улучшает цветоделительные их характеристики. Желтый светофильтровый слой обычно состоит из частиц металлического серебра коллоидных размеров, равномерно распределенных в желатиновой среде. Частицы серебра имеют строение, которое придает слою желтый цвет, поглощающий только спние лучи. Светофильтровые слои обеспечиваются
1 при фотографической обработке кинопленок.

Промежуточный слой между двумя соседними светочувствительными слоями цветной кинопленки препятствует диффузии краскообразующих компонент и красителей. Отсутствие диффузии способствует повышению качества цветного изображения.

Некоторые слои объединяют ряд функций кинопленки.

Количество светочувствительных и вспомогательных слоев определяется назначением кинопленки.

Черно-белые кинопленки имеют один или два светочувствительных и несколько вспомогательных слоев (рис. I. 3). У негативных кинопленок с двумя светочувствительными слоями —* полуслоями — они разные по светочувствительности: нижний — менее светочувствительный, верхний — более светочувствительный. Различаются они и по другим характеристикам. Такое строение способствует лучшему воспроизведению объекта съемки.

Цветные кинопленки имеют три светочувствительных слоя, разных по спектральной чувствительности, и три краскообразующие компоненты, создающие разные красители, из которых строится цветное изображение (рис. I. 4). Есть цветные кинопленки со светочувствительными слоями, состоящими из двух полуслоев. В этом случае каждый из полуслоев содержит разные краскообразующие компоненты (см. § 16). Цветные кинопленки всегда имеют несколько вспомогательных слоев.

Машины для нанесения слоев на подложку различны по конструкции поливных устройств, лентопротяжных трактов и способу сушки.

Наиболее современные машины имеют экструдерное поливное устройство, с помощью которого точно дозированное количество фотографической эмульсии или массы вспомогательного слоя подается под давлением через капилляр на подложку. Подложка поступает на полив большими широкими рулонами.

Экструдерное устройство позволяет наносить калиброванный слой,, толщина которого обусловлена требованиями типа кинопленки. Некоторые из этих устройств рассчитаны на полив нескольких светочувствительных или вспомогательных слоев за один цикл прохода подложки в машине. В этом случае несколько разных по свойствам, эмульсий подается через отдельные капилляры и наносится на подложку, не смешиваясь друг с другом. Для нанесения большого числа слоев поливные машины располагаются последовательно и подложка переходит с одной машины на другую.

Каждый политый слой должен быть строго одинаковым по толщине и равномерным по наносу в продольном и поперечном направлении всего рулона подложки. Такое постоянство толщины наноса необходимо для всех рулонов подложки, которые входят в одну партию кинопленки, обозначенной определенным номером или типом эмульсии.

Малейшие отклонения толщины наноса светочувствительного слоя скажутся на стандартности фотографических свойств кинопленки. Изображение на соответствующих этим нарушениям участках будет неполноценным — на нем могут быть светлые и темные полосы, изменение цвета, мигание и другие дефекты. Весьма незначительные колебания толщины, порядка $\pm 2\%$, вызывают в некоторых случаях ощутимые изменения в контрастности кинопленки. Поэтому при поливе слоев на подложку широко пользуются автоматическими устройствами, обеспечивающими заданную толщину слоев и равномерность наноса.

После полива слоев подложка поступает в сушку. Эта операция представляет сложный тепловой и технологический процесс, существенно влияющий на свойства кинопленок.

Сушка осуществляется разными устройствами: подложка со слоями движется непрерывно на барабане, рольгангах, воздушных подушках и т. д. Для сушки используют зонально подогретый, сухой и очищенный воздух.

Высушенную подложку наматывают на бобины и для предохранения ее от света помещают в контейнеры, в которых она поступает в цех отделки.

§ 2. Отделка кинопленок

В цехе отделки подложку с нанесенными слоями подвергают резке, перфорированию и другим операциям.

Широкие рулоны подложки разрезают на полосы с помощью резательных машин, имеющих дисковые ножи. Ширина полос определяется форматом изготовляемых кинопленок. Нарезанные полосы наматывают на стандартные пластмассовые бобины.

Перфорационный станок, представляющий собой пресс автоматического действия, работает прерывисто. За каждый цикл пробивается несколько пар перфорационных отверстий. Станок имеет мощное устройство для удаления с поверхности кинопленки пыли, возникающей при вырубке отверстий.

Одновременно с перфорированием на краю кинопленок печатаются название завода, дата выпуска и другие обозначения, видимые после фотографической обработки кинопленок. Эти надписи, печатаемые через трафареты, расположены на стандартном расстоянии друг от друга.

Негативные и некоторые другие кинопленки имеют двустороннюю маркировку. С одного края наносят обозначения, связанные с технологией производства, с другого — метражные (футажные) номера и кадровые линии. Двустороннее маркирование выполняется световой и типографской печатью. Расстояние между цифрами, нарастающими в определенной последовательности, и расстояния между линиями строго постоянны.

От точности работы резательной машины и перфорационного станка зависит устойчивость изображения на экране и характер прохождения кинопленок в трактах съемочной, копировальной и проекционной аппаратуры. При неисправности резательной машины обрез края кинопленки может оказаться неровным, с заусеницами и нестандартной ширины. Несимметричный шаг перфорационных отверстий, надколы в них и другие дефекты перфораций возникают при неполадках в работе перфорационного станка.

Кинопленки, имеющие ограниченную спектральную чувствительность, просматривают в отраженном или проходящем неактиничном свете. Кроме того, качество полива слоев проверяют по узким кромкам, срезаемым с обоих краев широкого рулона резательной машиной.

Кинопленки, не прошедшие из-за расширенной спектральной чувствительности визуального контроля, проверяют после всех отделочных операций выборочным методом. От обусловленного количества кинопленок отбирают образцы в порядке, обеспечивающем наибольшую вероятность обнаружения дефекта. Просматривая образцы при белом освещении, а также после фотографической обработки, устанавливают качество полива слоев на подложку.

На некоторых заводах применяют электронно-оптические преобразователи для визуального наблюдения за операциями при производстве кинопленок и для контроля политых слоев. Конец каждого рулона маркируют игольчатыми компостерами — пробивая номер или тип эмульсии и другие знаки.

§ 3. Упаковка кинопленки

Как правило, кинопленки наматывают светочувствительным слоем внутрь рулона. Для специальных съемочных и копировальных аппаратов есть кинопленки, которые намотаны светочувствительным слоем наружу.

Наматывают кинопленку на сердечники-катушки, изготовленные из полистирола или других ударопрочных материалов (рис. I. 5). Размеры сердечников по ГОСТу 22022—76 указаны в табл. 1. Иногда применяются металлические бобины.

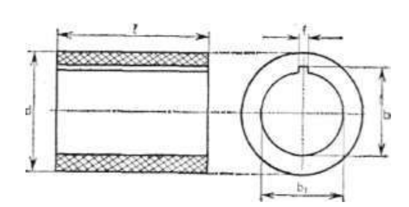


Рис. 1.5. Сердечники-катушки для намотки кинопленки

Намотка кинопленок по метражу должна соответствовать емкости кассет аппаратов, особенно это требование относится к высокочувствительным кинопленкам, которые совершенно недопустимо перематывать до съемки. Во время перемотки на кинопленке возможно появление электрозарядов, царапин, потертостей и запыления поверхностей.

Кинопленки упаковывают в конверты из влаго- и светонепроницаемых материалов. Упакованные кинопленки помещают в металлические или пластмассовые коробки, по внутреннему борту которых прокладывают полоску из специального материала, предохраняющего рулон от трения о стенки коробки.

Коробки по стыку заклеивают липкой лентой, на этикетку наносят маркировочные надписи, характеризующие кинопленку.

Некоторые малометражные рулоны кинопленок с обоих концов имеют светонепроницаемые ракорды, допускающие зарядку съемочного аппарата при белом освещении. Иногда рулоны упаковывают в специальные кассеты, рассчитанные на определенный тип съемочного аппарата.

Полностью оформленные кинопленки комплектуют по фотографическим свойствам в укрупненные партии. Чем больше партия однотипной кинопленки, тем рациональнее она может быть использована.

Таблица 1

Размеры сердечников для намотки кинопленки

	Размеры, мм						
кинопленки, мм	*a*	*b*	6,	*d*	*1*	*f*	ll
8	29,5	25,7		50	7,9	8 8	
16	29,5	25,7		50	15,9	8 8	
35	29,5	25,7		50	34,9	8 8	
35	29,5	25,7		75	34,9	8 8	
35	29,5	27,5	33,5	100	34,9	8 8	8
70	29,5	27,5	33,5	75	69,9	8 8	8

§ 4. Контроль кинопленок

Производство кинопленок подвергается непрерывному и строгому контролю с помощью специальной аппаратуры. Однако самый тщательный пооперационный контроль и контроль готовой продукции не гарантируют полного отсутствия дефектов на кинопленке, особенно локальных.

В табл. 2 приведены некоторые дефекты кинопленок заводского происхождения, обнаруживаемые в процессе их использования.

Таблица 2

Дефекты кинопленок

№ п/п	Вид дефекта
1	Вытянутый край кинопленки
2	Заусеницы по краю кинопленки
3	Метраж кинопленки не соответствует указанному на коробке
4	Надкол перфорационных отверстий
5	Надсечка кромки перфорационных отверстий
6	Неравномерный нанос светочувствительного слоя на подложку
7	Нестандартный шаг перфораций
8	Нестандартная ширина кинопленки
9	Перфорационная пыль на кинопленке
10	Поврежденный край кинопленки
11	Повышенная хрупкость кинопленки
12	Подслойные вкрапления
13	Полосы продольные
14	Пропуск лакового покрытия подложки #
15	Пропуск перфораций
16	Пузырьки в светочувствительном слое или в подложке
17	Пятна глянцевые на светочувствительном слое
18	Отпечатки пальцев на кинопленке
19	Отслаивание светочувствительного слоя от подложки
20	Сабельный край у кинопленки
21	Сдвиг перфораций от кромки кинопленки
22	Скручивание кинопленки
23	Слипание кинопленки
24	Отслаивание от подложки ферромагнитного лака
25	Черная полоса на светочувствительном слое
26	Чрезмерно прочный противоореольный сажевый слой
27	Царапина подслойная
28	Шахматное смещение перфораций

§ 5. Экспонирование кинопленок

Во время съемки или печатания изображения пленку экспонируют, то есть подвергают действию света светочувствительный слой кинопленки, в результате в нем образуется скрытое изображение.

Природа образования скрытого изображения чрезвычайно сложна и до конца не выяснена.

Установлено, что скрытое изображение состоит из весьма малых частичек металлического серебра в микрокристаллах галогенида серебра, рисующих объект съемки как бы пунктиром в светочувствительном слое кинопленки. Полагают, что частицы металлического серебра, образующие скрытое изображение, отличаются от частиц, составляющих видимое изображение, только размерами.

По чрезвычайно упрощенной схеме скрытое изображение возникает так (рис. I. 6.): под действием света в микрокристалле галогенида серебра появляются свободные электроны, способные перемещаться по всему кристаллу. Перемещаясь, электроны попадают в ловушки — ямы, являющиеся центрами чувствительности микрокристалла и представляющие собой нарушения в кристаллической решетке, появившиеся при изготовлении фотографической эмульсии вследствие присутствия примесных центров (Ag, Ag2S), трещин, сдвигов и других дефектов. В процессе экспонирования электроны, накапливаясь на центрах чувствительности, придают им отрицательный заряд. К этим центрам под действием электрических сил притяжения устремляется поток ионов Ag+ с зарядами противоположного знака, которые, сочетаясь с электронами, образуют нейтральные атомы серебра — центры скрытого изображения. В каждом центре чувствительности возникает столько атомов серебра, сколько было захвачено электронов. По этой схеме образование скрытого изображения происходит в три этапа. Возникшие на первом этапе под действием квантов света центры скрытого изображения очень малы и нестабильны. Сохранение этих центров и дальнейший их рост возможны лишь при наличии в зоне действия центров чувствительности достаточного количества свободно передвигающихся электронов. Во втором этапе под продолжающимся действием света центры приобретают должную стабильность, но еще недостаточно велики, чтобы слуяшть центрами проявления. Такие образования называют субцентрами. На третьем этапе субцентры при участии квантов света вырастают до размеров, при которых они способны проявляться.

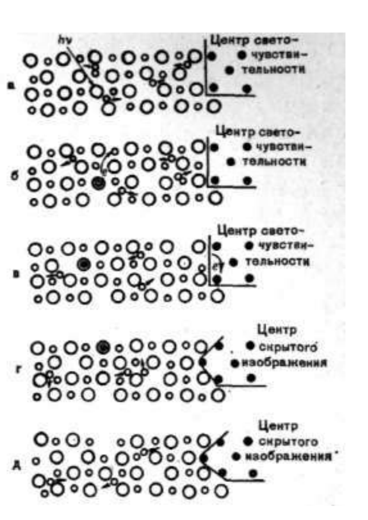


Рис. 1.6. Схема образования скрытого изображения: u ион серебра, находящийся в узле решетки, О-»— межрешеточный ион серебра, ф — атом серебра, О — ион галогена, 0 — атом галогена, *е* — свободный электрон; *а* — неэкспонированный микрокристалл галогенида серебра, б — первая стадия — поглощение кванта света ионом галогена с образованием атома галогена и освобождением электрона, *в* — вторая стадия — захват электрона центром светочувствительности, *г* — третья стадия — нейтрализация межрешеточным ионом серебра заряда центра светочувствительности с образованием атома серебра, *д* — четвертая стадия — уход атома галогена из микрокристалла

Разумеется, границы между тремя этапами образования скрытого изображения весьма условны и зависят от многих факторов.

В зависимости от природы микрокристаллов и условий экспонирования в одном микрокристалле могут возникнуть один или несколь-

ко центров скрытого изображения. Кроме того, они могут быть расположены на поверхности и внутри микрокристалла. Кратковременное действие света высокой интенсивности приводит к образованию большого числа мелких центров скрытого изображения на поверхности и в глубине микрокристалла. Наоборот, длительное действие света малой интенсивности вызывает появление крупных центров скрытого изображения в основном на поверхности микрокристалла. Размещение центров скрытого изображения влияет на последующие процессы.

Процесс образования скрытого изображения на цветных кинопленках аналогичен процессу, происходящему в черно-белых кинопленках. Отличие лишь в том, что скрытое изображение размещено в различно сенсибилизированных слоях цветной кинопленки.

Согласно одному из основных положений фотохимии, названного законом взаимозаместимости, следует, что количество вещества, образовавшегося в результате фотохимической реакции, зависит от экспозиции (Я), равной освещенности *(E),* умноженной на время действия света *(t).* Из этого закона следует, что при одинаковой экспозиции независимо от того, как эта экспозиция получена (при большой освещенности и малой выдержке или при малой освещенности и длительной выдержке), результаты должны быть одинаковыми.

В действительности закон взаимозаместимости для фотографических материалов справедлив лишь в некоторых пределах, так как замечена неравномерность одинаковых экспозиций, осуществляемых различно, т. е. в одном случае — при большой освещенности и малой выдержке, в другом — при малой освещенности и длительной выдержке. Отклонения от закона взаимозаместимости наблюдаются и при изменении способа экспонирования, например, если две кинопленки экспонировали с одной экспозицией, но одну — нормально, другую — прерывисто.

Величина отклонения от закона взаимозаместимости зависит от многих причин, в том числе и от свойств кинопленок. При равных экспозициях на разных кинопленках эта величина может быть различной, что иногда заметно на цветных кинопленках, имеющих разные по свойствам светочувствительные слои.

На образование скрытого изображения влияет температура воздуха, при которой ведется съемка, так как в зависимости от температуры происходит изменение светочувствительности кинопленок. Замечено, что с понижением температуры при высокоскоростной съемке с короткими выдержками, приблизительно 0,001 с, светочувствительность кинопленок оказывается ниже, чем при обычной температуре; так, при минус 20°С светочувствительность снижается в 2—3 раза. Наоборот, повышение температуры окружающей среды приводит к увеличению светочувствительности. Так, съемка с той же короткой выдержкой при температуре плюс 60°С показывает повышение светочувствительности кинопленок в 2—3 раза.

Противоположное явление обнаруживается, когда съемка ведется с длительными выдержками (в несколько минут). В этом случае понижение температуры воздуха до минус 20°С делает кинопленки светочувствительнее в 2—3 раза; повышение температуры до плюс 60°С приводит к снижению светочувствительности в 2—3 раза.

Температура окружающей среды влияет и на цветочувствительность кинопленок, причем по-разному в различных частях спектра. Изменение температуры больше сказывается на чувствительности кинопленок к желто-красной и инфракрасной частям спектра. Это свойство следует учитывать при съемке на морозе со светофильтрами. Например, если общая светочувствительность кинопленок из-за мороза понижается в 2—3 раза, то с применением желтого или оранжевого светофильтров она снизится в 4—5 раз. Чувствительность кинопленок к желто-красной части спектра уменьшается и в том случае, когда общая светочувствительность должна быть выше вследствие съемки с очень длительными выдержками.

§ 6. Проявление изображения

Скрытое изображение становится видимым после проявления кинопленки.

Во время проявления скрытого изображения происходит усиление в сотни миллионов и десятки миллиардов раз результатов действия лучистой энергии на светочувствительный слой кинопленки. Этот слой после проявления называют фотографическим.

Проявление может быть химическим, физическим и смешанным.

Под химическим проявлением понимают процесс, при котором восстановление микрокристаллов галогенида серебра в металлическое серебро начинается с центров скрытого изображения и постепенно распространяется на весь микрокристалл. В начале серебряные частицы, образовавшиеся на центрах светочувствительности и ставшие центрами проявления, растут во всех направлениях равномерно. В дальнейшем эти частицы вытягиваются в нити и создают зерно из массы серебряных нитей (рис. I. 7). Восстановление одного микрокристалла не распространяется на другой, не содержащий центров проявления. Такое восстановление имеет место, если другие микрокристаллы не находятся в непосредственном контакте с экспонированным микрокристаллом. Контакт между микрокристаллами может возникнуть при инфекционном проявлении, под которым понимают условия, способствующие восстановлению не только экспонированных микрокрпсталлов, но и находящихся с ними поблизости микрокристаллов, не подвергавшихся действию света или имеющих лишь субцентры скрытого изображения.

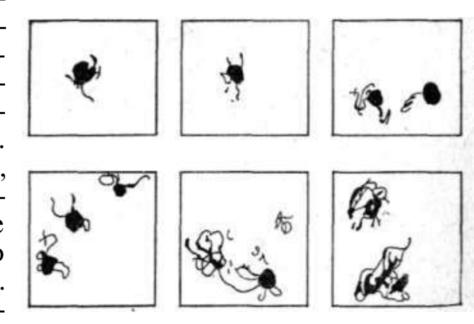


Рис. 1.7. Электронная микрофотография процесса проявления микрокристаллов галогенида серебра

Зерна обычно больше микрокристаллов за счет сращивания соседних серебряных частиц. Форма зерна зависит от природы микрокристалла и процесса проявления.

Поопесс пооявления может быть выражен следующей схемой:

$$Ag^+ + Red^- \rightleftharpoons Ag + Br^- + Ox,$$

где Ag^+ — ион серебра; Red^- — ион проявляющего вещества, Ag — металлическое серебро; Ох — окисленная форма проявляющего вещества; Br^- — ион брома.

Проявляющее вещество — основная часть раствора, служит для восстановления в кинопленках экспонированных микрокристаллов галогенида серебра.

Проявляющее вещество должно обладать способностью восстанавливать экспонированные микрокристаллы с большей скоростью, чем неэкспонированные. Эту способность принято характеризовать степенью избирательного действия. Количественно степень избирательного действия проявляющего вещества определяют по формуле:

$$U = R\ \frac{V_i}{V_f},$$

где U — степень избирательного действия проявляющего вещества; R — коэффициент пропорциональности, принимаемый при вычислении за 100; Vi — скорость проявления экспонированного участка; Vf — скорость проявления вуали.

Степень избирательного действия проявляющего вещества зависит от условий проведения процесса проявления: вида и концентрации других веществ в растворе, его температуры и т. д.

Проявляющее вещество должно хорошо растворяться в воде или в растворе щелочи, быть устойчивым по отношению к действию кислорода воздуха, давать бесцветные растворы и быть безвредным.

Для обработки черно-белых кинопленок из многочисленных проявляющих веществ находят применение метол, гидрохинон и фенидон. Наибольшее практическое использование имеют смешанные метол-гидрохиноновые и фенидон-гидрохиноновые проявители, позволяющие получать растворы с разнообразными свойствами. Распространение растворов с двумя проявляющими веществами объясняется тем, что они образуют смеси, позволяющие создавать весьма различные проявляющие растворы. Скорость проявления смесью двух проявляющих веществ зависит от природы этих веществ и их соотношения: она может быть равна сумме скоростей проявления каждого отдельного проявляющего вещества, быть больше или меньше этой суммы. Полагают, что вещества с разными (начальными) индукционными периодами проявления действуют друг на друга и изменяют индукционные периоды.

Под физическим проявлением понимают процесс, при котором видимое изображение строится за счет серебра, имеющегося в проявляющем растворе. Такой раствор содержит проявляющее вещество, растворимую соль серебра — источник свободных Ag-ионов и вспомогательные вещества, способствующие протеканию процесса.

В этом процессе экспонированный светочувствительный материал перед проявлением обрабатывают в фиксирующем растворе и в воде, которые удаляют галогениды серебра из светочувствительного слоя, оставляя в нем центры скрытого изображения. Затем следует операция проявления. Во время проявления проявляющее вещество восстанавливает растворенную серебряную соль — азотнокислое серебро — в металлическое, которое из раствора осаждается на сохранившихся центрах скрытого изображения и переводит их в видимое.

Смешанное проявление — совокупность химического и физического проявления. Этот процесс состоит по меньшей мере из двух стадий. В первой — Ag-ионы восстанавливаются проявителем до серебра на границе между галогенидами серебра и центрами скрытого изображения; во второй — восстанавливаются Ag-ионы, которые первоначально перешли в раствор из проявившихся микрокристаллов галогенида серебра и диффундирующие к серебряным центрам скрытого изображения. Доля каждого проявления зависит от свойств обрабатываемого светочувствительного материала и состава проявителя. Например, при обработке кинопленок раствором, содержащим большое количество растворителя галогенида серебра (роданистых солей, сульфита натрия и др.), наряду с химическим происходит активное физическое проявление. Смешанное проявление имеет место, когда кинопленки обрабатывают в растворе, составленном по рецепту Д-76, в котором при высоком содержании растворителя галогенида серебра (сульфита натрия) и в отсутствие противовуалирующего вещества (бромидов) хлористое серебро проявляется по физическому, бромистое серебро — по химическому процессу.

Помимо обычных проявляющих веществ, есть неорганические проявляющие вещества. К ним относятся: дитионит натрия, треххлористый титан, гидразин и другие. Однако эти проявляющие вещества пока не нашли применения при обработке кинопленок. Промышленно освоен лишь ванадиевый проявитель с непрерывным электролитическим восстановлением во время его работы.

Образование скрытого изображения в цветных кинопленках идентично возникновению изображений в различно сенсибилизированных черно-белых светочувствительных слоях. Поскольку процесс проявления цветных кинопленок базируется на черно-белых изображениях, первой фазой является черно-белое проявление, при котором происходит восстановление микрокристаллов галогенида серебра в зерна металлического серебра; второй — образование красителей в результате взаимодействия продуктов окисления проявляющего вещества с краскообразующими компонентами, введенными в светочувствительные слои цветных кинопленок. Красители возникают только на участках с изображением, созданным металлическим серебром. После проявления каждый фотографический слой содержит два изображения: черно-белое из серебра и цветное — из одного красителя. Следовательно, после проявления цветные кинопленки имеют три серебряно-красочных изображений, которые последующей обработкой освобождаются от серебра и становятся цветными, состоящими лишь, из красителей.

ПТЫПЙАС цветного проявления может быть выражен схемой:

$$AgBr + Red^{-} \rightarrow Ag + Br^{-} + Ox,$$
$$\text{Комп} + Ox \rightarrow \text{Крас (ж, п, г)},$$

где AgBr — ион серебра; Red^{-} — ион проявляющего вещества; Ag — металлическое серебро; Br~ — ион брома в проявителе; Ox — окисленная форма проявляющего вещества; Комп — краскообразующие компоненты в светочувствительных слоях; Крас — красители в фотографических слоях, воспроизводящие серебряные изображения (желтый, пурпурный и голубой).

Для обработки цветных кинопленок применяют проявляющие ве; щества, рассчитанные на определенные краскообразующие компоненты, введенные в светочувствительные слои. Так, кинопленки отечественного производства, фирмы ORWO и некоторые другие обрабатывают растворами, содержащими парааминодиэтиланилинсульфат (ЦПВ-1) или этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат (ЦПВ-2), кинопленки фирм Kodak, Agfa-Gevaert и другие обрабатывают растворами, использующими проявляющие вещества — этил-р-метансульфаминоэтил — тг-толуилендиаминсульфат (CD-3), 2-амино-5-диэтиламинотолуолсолянокислый (CD-2) и т. д.

В целях повышения активности проявляющего вещества в большинство растворов для обработки черно-белых и цветных кинопленок вводят ускоряющие вещества. К ним относятся: бура (тетраборнокислый натрий), сода (углекислый натрий), поташ (углекислый калий), едкий натр, едкое кали, фосфорнокислый натрий трехзамещенный и другие.

Ускоряющие вещества способствуют созданию в растворе определенной концентрации водородных ионов, от которых в значительной степени зависит энергия проявляющего раствора и постоянство его свойств. Щелочность раствора обычно выражают величиной концентрации водородных ионов (H^{+}), обозначаемой показателем pH. Показатель pH — отрицательный логарифм концентрации ионов водорода в растворе. Напомним, что в чистой воде концентрация ионов водорода ($И^{+}$) равна 0,0000001 М, что может быть выражено как 10^{-7}. Отрицательный логарифм этого числа равен 7, следовательно, в этом случае pH = 7. Сумма показателей водородных (H^{+}) и гидроксильных (OH~) ионов в растворе всегда равна 14. Раствор, у которого концентрация гидроксильных ионов больше концентрации водородных ионов, является щелочным. Степень его щелочности повышается по мере увеличения концентрации гидроксильных ионов, что соответственно ведет к росту pH от 7 до 14. Раствор, у которого концентрация водородных ионов больше концентрации гидроксильных ионов, является кислым. Степень его кислотности повышается по мере уменьшения концентрации гидроксильных ионов, что соответственно ведет к понижению показателя pH от 7 до 1.

Активность проявляющего раствора зависит от природы вводимой щелочи и ее количества. Проявляющие растворы с едкой щелочью

действуют особенно энергично. С углекислой щелочью менее активно, еще ниже активность у проявляющих растворов с бурой.

Щелочность раствора зависит от всех веществ, входящих в проявляющий раствор, а не только от концентрации растворенного ускоряющего вещества.

Величину pH раствора с достаточной точностью определяют с помощью потенциометров — приборов, основанных на измереппп электропроводности раствора.

Стабильность действия проявляющего раствора зависит в значительной степени от постоянства величины pH. Эта величина в свою очередь зависит от буферной емкости раствора, представляющей собой способность сохранять постоянной степень щелочности в процессе использования проявителя. Буферная емкость раствора создается за счет гидролиза — явления, при котором происходит частичное разложение солей с образованием гидроксильных ионов.

В процессе проявления кинопленок возникает бромистоводородная кислота, которую нейтрализует щелочь в растворе. Чем большее количество кислоты может быть нейтрализовано щелочью без заметного изменения общей щелочности проявляющего раствора, тем большей буферной емкостью обладает система в целом. Буферная емкость зависит от присутствия в растворе двух элементов, один из которых может соединяться с ионами водорода, другой — диссоциировать с образованием ионов водорода и тем самым поддерживать на постоянном уровне концентрацию водородных ионов. Поэтому большинство негативных проявителей содержат буру и борную кислоту. Чтобы проявитель с самого начала работал в области большой буферности, в раствор вводят слабую кислоту, например борную.

Буферная емкость у разных проявляющих растворов неодинакова из-за различной нейтрализации бромистоводородной кислоты. Так, проявляющий раствор с углекислой щелочью обладает высокой буферной емкостью вследствие гидролиза, непрерывно обеспечивающего должную концентрацию гидроксильных ионов в растворе. Проявляющий раствор с едкой щелочью имеет малую буферную емкость, объясняемую тем, что образованные едкой щелочью гидроксильные ионы вступают в реакцию с бромистоводородной кислотой, нейтрализуют ее и почти полностью расходуются.

В различных проявляющих растворах pH колеблется в широких пределах: от 7—8 — в медленноработающих выравнивающих проявителях до 12 и более — в энергичноработающих проявителях.

Растворы, содержащие проявляющее вещество и щелочь, во время хранения и при использовании подвергаются окисляющему действию кислорода воздуха. В результате раствор быстро окрашивается продуктами окисления проявляющего вещества и теряет проявляющие свойства. Чтобы предотвратить окисление и увеличить срок хранения, в раствор вводят сохраняющее вещество, способное связывать продукты окисления и удерживать их концентрацию на постоянном низком уровне.

В качестве сохраняющего вещества наиболее применим сульфит натрия (сернистокислый натрий).

Сульфит натрия в растворе выполняет важные функции в процессе проявления. Он вступает в реакцию с продуктами окисления проявляющего вещества, например с хинопом, если в растворе был гидрохинон. Восстанавливает хинон в сульфопроизводные гидрохинона, обладающие хорошей проявляющей способностью. Сульфит натрия, восстанавливая хинон, превращает его в бесцветный продукт, тем самым исключает возможность возникновения окрашенных хиноидных веществ, придающих раствору темную окраску и являющихся иногда причиной вуали на кинопленках. Кроме того, сульфит натрия растворяет галогениды серебра, тем самым уменьшает возможность образования крупных зерен серебра в фотографическом слое кинопленок и увеличивает долю физического проявления в общем процессе.

Действие сульфита натрия в растворах с другими проявляющими веществами подобно рассмотренному процессу с гидрохиноном. За исключением фенидона, который не восстанавливается сульфитом натрия и не образует веществ, способных к проявлению.

Содержание сульфита натрия в разных проявляющих растворах изменяется в широких пределах — от нескольких граммов до 125 г безводной соли на 1 л раствора. Обычно чем раствор щелочнее или разбавленнее (по проявляющему веществу), а также чем длительнее предполагают его хранить или чем выше температура, при которой им пользуются, тем больше сульфита натрия должно быть в растворе. Однако при очень больших количествах сульфита натрия в растворе в результате его растворяющего действия на галогениды серебра происходит некоторое снижение светочувствительности кинопленок.

В проявляющих растворах для цветных кинопленок сульфит натрия, предохраняя раствор от окисления, может мешать образованию красителей, создающих цветное изображение. Объясняется это тем, что, связывая продукты окисления проявляющего вещества, сульфит натрия уменьшает и их концентрацию, а, как ранее указывалось, эти продукты необходимы для реакции с краскообразующими компонентами, чтобы получить красители в кинопленках. Следовательно, чем больше сульфита натрия в проявляющем растворе, тем меньше будет продуктов окисления и меньше окажется красителей в слоях кинопленок. Поэтому концентрацию сульфита натрия в проявляющем растворе выбирают такую, которая обеспечивала бы сохранность раствора и не сильно снижала образование красителей в слоях кинопленки. Практическая концентрация сульфита натрия — около 3 г/л.

В целях большей защиты проявляющего раствора для цветных кинопленок в него добавляют гидроксиламин, обладающий также сохраняющей способностью. Концентрация гидроксиламина должна быть небольшой, так как он, будучи проявляющим веществом, восстанавливает некоторое количество галогенидов серебра, без образования красителей, что снижает плотность цветного изображения.

В качестве сохраняющих веществ иногда применяют бисульфит натрия, метабисульфит калия или натрия и др.

При проявлении наряду с переводом скрытого изображения в видимое, восстанавливается некоторая часть и неэкспонированных микрокристаллов галогенида серебра. Они образуют почернение в фотографическом слое кинопленок — вуаль, уменьшающую контрастность изображения и различаемость темных деталей. Для устранения этого дефекта в проявляющий раствор вводят противовуалирующее вещество, которое тормозит образование вуали и регулирует скорость проявления.

Противовуалирующими свойствами обладают бромистый калий, йодистый калий, бензотриазол, нитробензимидазол и др.

Наиболее часто пользуются бромистым калием. Полагают, что он образует в растворе свободные ионы брома, которые при небольшой концентрации задерживают восстановление неэкспонированных микрокристаллов галогенида серебра и тем самым снижают плотность вуали. С увеличением бромистого калия в растворе тормозящее действие сказывается и на малоэкснонированных деталях изображения. Два изображения одного и того же объекта, полученные в проявляющих растворах с различным содержанием бромидов, будут отличаться одно от другого. Контрастнее, с худшей проработкой деталей окажется изображение, которое будет проявлено в растворе, содержащем больше бромидов. Завышенное количество бромистого калия в растворе способно вызвать на черно-белых кинопленках дихроичную вуаль, представляющую собой восстановленное серебро в мелкодисперсном состоянии, отложившееся на изображении и окрашивающее его в два цвета: в отраженном свете оно кажется желтоватым или зеленоватым, в проходящем — красноватым.

Тормозящее действие бромистого, калия неодинаково в разных проявляющих растворах. Так, метол-гидрохиноновые проявители более чувствительны к концентрации бромистого калия, чем фенидон-гидрохиноновые.

Бензотриазол в проявляющем растворе образует такое соединение с галогенидами серебра, которое восстанавливается проявителем весьма медленно, что приводит к значительному торможению процесса. Это торможение неодинаково для разных микрокристаллов: неэкспонированные почти не восстанавливаются, малоэкспонированные — восстанавливаются медлено, сильноэкспонированные — восстанавливаются так, как будто в растворе отсутствует противовуалирующее вещество. Объясняется это явление характером отложения серебряной соли бензотриазола на поверхности микрокристаллов галогенида серебра и видом центров проявления в них.

Микрокристаллы, получившие большую экспозицию, имеют наиболее мощные центры проявления, малоэкспопированные — менее мощные, а неэкспонированные этих центров не имеют. В зависимости от центров проявления процесс восстановления идет тем быстрее, чем мощнее центры проявления у микрокристаллов. В результате изображение, проявленное в растворе с бензотриазолом, оказывается повышенного контраста и без вуали. Тормозящее действие бензотриазола в разных проявляющих растворах неодинаково. Слабощелочные проявители весьма чувствительны к присутствию бензотриазола, и потому его концентрация должна быть небольшой.

Многие проявляющие растворы содержат в своем составе в с п о-

могательные вещества. К ним относятся двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, гексаметафосфат, сульфат натрия, роданистый калий, гидразин, этиловый и бутиловый спирты, гликоль, борная и лимонная кислоты и другие.

Двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) и гексаметафосфат натрия или калия предохраняют проявляющий раствор от образования осадка, который может возникнуть из-за присутствия в воде солей кальция, магния и других им подобных.

Сульфат натрия, формалин и параформальдегид повышают прочность светочувствительного слоя кинопленок, препятствуют его набуханию в растворах.

Роданистый калий, тиосульфат натрия и другие растворители галогенида серебра способствуют получению мелкозернистого изображения, так как, растворяя часть галогенида серебра, препятствуют образованию крупных серебряных комков в фотографическом слое кинопленок.

Полпэтилепгликоль и гидразин активизируют проявитель, тем самым повышают светочувствительность обрабатываемых кинопленок.

Этиловый и бутиловый спирты, триэталонамин и другие смачиватели обеспечивают равномерное действие раствора на проявляемый светочувствительный слой кинопленок.

Проявляющие растворы готовят на воде, от чистоты и состава которой зависят многие их свойства. Механические примеси в воде (песок, глина и т. д.). удаляют фильтрованием; соли, влияющие на жесткость воды, — введением в раствор трилона Б, гексаметафосфата и других подобных веществ.

По составу проявляющие растворы рассчитывают на определенный процесс: негативный, позитивный, обращаемый и т. д. Рецептов проявляющих растворов, особенно для обработки черно-белых кинопленок, очень много. В большинстве случаев завод — изготовитель кинопленок рекомендует проявитель, которым следует обрабатывать его продукцию.

В кинематографии и на телевидении применяют небольшое количество проявителей в связи с тем, что практически невозможно пользоваться разными проявителями по технологическим и экономическим причинам. Обычно к проявляющим растворам предъявляют следующие требования: хорошее избирательное действие, т. е. малое вуалеобразование; обеспечение высокой светочувствительности обрабатываемой кинопленки; получение больших плотностей в изображении; хорошая сохраняемость раствора и стабильность его свойств.

Существуют рецепты, предназначенные для специальных целей, например, для получения особоконтрастного изображения, для быстрого и сверхбыстрого проявления и т. д.

На продолжительность проявления кинопленок влияют состав раствора, его температура и способ обработки раствором светочувствительного слоя.

Скорость проявления кинопленок возрастает с повышением температуры раствора. Зависимость скорости проявления от температуры раствора принято оценивать по температурному коэффициенту. Он

выражается отношением скоростей при исследуемых температурах раствора. Изменение температуры раствора может влиять на показатель pH, на характер химической реакции, на процесс диффузии и другие свойства.

Многие современные процессы проявления предусматривают обработку кинопленок при повышенной температуре растворов — от 25° и выше, что значительно сокращает продолжительность обработки.

На скорость проявления влияют и способы обработки раствором светочувствительного слоя кинопленки: чем энергичнее действует раствор на светочувствительный слой, тем быстрее идет проявление кинопленки

§ 7. Закрепление изображения

В кинопленках после проявления изображения остается много галогенидов серебра. Чтобы сделать кинопленки несветочувствительными и тем самым закрепить видимое изображение, из. светочувствительного слоя необходимо удалить галогениды серебра. Для этого пользуются процессом фиксирования, во время которого происходит перевод галогенидов серебра в растворимые соединения, легко удаляемые из светочувствительного слоя при промывке кинопленки водой.

Растворимые соединения можно получить, обработав кинопленки растворами, содержащими тиосульфат натрия или аммония. Принято считать, что процесс фиксирования протекает в две стадии. Во время первой происходит взаимодействие галогенидов серебра с тиосульфатом по следующему уравнению:

$$AgBr + Na_2S_2O_3 = Na\,[AgS_2O_3] + NaBr.$$

Светочувствительный слой кинопленок становится прозрачным. Однако комплексная соль Na[AgS20s] трудно растворима в воде и может через некоторое время быть причиной появления желтых или коричневых пятен на кинопленке.

Во второй стадии образуется легкорастворимая комплексная соль по уравнению:

$$Na\,[AgS_2 0_3] + Na_2S_2 0_3 = Na_3\,[Ag\,(S_2 0_3)_2]$$

или:

$$3Na\,[AgS_2 0_3] + Na_2S_2 0_3 = Na_5\,[Ag_3\,(S_2 0_3)_4.$$

Чтобы вторая стадия была проведена полностью, кинопленки обрабатывают в фиксирующем растворе и после того, как светочувствительной слой стал прозрачным. Обычно па вторую стадию затрачивают столько времени, сколько потребовалось на первую стадию.

Полного фиксирования кинопленок, обеспечивающего долгое хранение изображения, достигают, заканчивая процесс фиксирования в свежем растворе.

Продолжительность фиксирования определяется скоростью диффузии тиосульфата натрия в светочувствительный слой, скоростью

растворения галогенида серебра и скоростью диффузии образовавшегося комплексного соединения из слоя. Эти скорости зависят от вида галогенида серебра в светочувствительном слое, его толщины и задубленности, от состава -фиксирующего раствора, температуры и способа обработки светочувствительного слоя. Чем толще или задубленнее светочувствительный слой, тем медленнее идет фиксирование. Мелкозернистые кинопленки фиксируются быстрее крупнозернистых.

С повышением концентрации тиосульфата натрия в растворе скорость фиксирования увеличивается. Ускорение процесса нарастает с повышением количества тиосульфата натрия до 30—40%, после чего происходит замедление фиксирования. Это вызвано тем, что при высоких концентрациях снижается скорость диффузии в светочувствительный слой кинопленок.

С увеличением температуры раствора фиксирование ускоряется. Предел повышения температуры определяется степенью задубленности светочувствительного слоя кинопленок.

Фиксирующие растворы различают по их составу и действию. Они бывают слабощелочными, нейтральными, кислыми, кислодубящими, быстрыми, кислодубящими-быстрыми.

Черно-белые кинопленки в большинстве случаев обрабатывают в кислодубящих фиксирующих растворах, так как эти растворы дубят светочувствительный слой и предохраняют его от окрашивания продуктами окисления проявителя.

Цветные кинопленки обрабатывают в слабощелочных или нейтральных фиксирующих растворах, чтобы они не разрушали красители, составляющие цветное изображение. Однако есть и специальные кислодубящие фиксажи для обработки цветных кинопленок.

Кислая среда в фиксирующих растворах позволяет использовать квасцы для дубления светочувствительного слоя, уменьшает действие продуктов окисления проявителя и останавливает процесс проявления.

В современных ускоренных процессах применяют быстрые кислодубящие фиксирующие растворы. В этих растворах основным веществом является тиосульфат аммония, который вводят в раствор непосредственно или приготовляют путем реакции между тиосульфатом натрия и хлористым аммонием.

Вследствие того что при слишком низком значении pH происходит выделение серы в раствор, а при слишком высоком — теряется дубящее действие квасцов и способность нейтрализовать проявитель, применяют строгий контроль за значением pH раствора. Он должен обладать большой буферной емкостью. Фиксирующий раствор с алюмокалиевыми квасцами распространен, он имеет pH от 4 до 6,5.

§ 8. Промывание кинопленок

Кинопленки промывают почти после каждой операции в процессе их обработки в растворах.

Во время промывания кинопленок из эмульсионного слоя удаляются вещества, мешающие проведению последующей операции (промежуточные промывки), или вещества, препятствующие длительной сохранности изображения (окончательная промывка).

Сущность промывания — в диффузии ненужных веществ из эмульсионного слоя в воду. При всех прочих равных условиях скорость диффузии пропорциональна разности концентраций диффундирующего вещества в слое и в воде. Продолжительность промывания зависит от растворимости вымываемых веществ, температуры воды, степени набухания эмульсионного слоя и от некоторых других причин. Время промывания тем короче, чем выше температура воды (так, повышение температуры воды до 40°С сокращает время промывки в пять раз), или чем энергичнее действие воды на эмульсионный слой кинопленки.

Степень промывания кинопленки определяется целью операции; так черно-белые кинопленки после проявления промывают, чтобы снизить концентрацию проявляющего вещества и щелочи в светочувствительном слое, т. е. прекратить проявление изображения во время пребывания кинопленки в воде, а также для того, чтобы окисленное проявляющее вещество не окрашивало изображение.

Цветные кинопленки после проявления промывают с целью предохранения изображения от цветной вуали, которая может возникнуть вследствие реакции между оставшимся в светочувствительном. слое проявляющим веществом и отбеливающим раствором.

Наиболее важное значение имеет окончательное промывание кинопленок, так как изображение хорошо сохраняется лишь в том случае, если из фотографического слоя вымыты тиосульфат натрия, растворимые соли серебра и другие вещества, образовавшиеся в процессе фиксирования кинопленок.

На продолжительность промывания кинопленок влияют состав фиксирующего раствора, значение pH, а также условия фиксирования. Во всех случаях продолжительность промывания сокращается, если кинопленки поступают в воду из свежего фиксажа.

Черно-белые мелкозернистые и цветные кинопленки промывают дольше, чем крупнозернистые. Кинопленки, обработанные в фиксаже с хромокалиевыми квасцами, промываются быстрее, чем обработанные в фикеаже с алюмокалиевыми квасцами.

Кинопленки промывают в проточной воде или водяным душем. Эти способы, особенно водяной душ, благоприятны для процесса, так как вода энергично действует на эмульсионный слой и хорошо вымывает растворимые вещества.

Полное промывание кинопленок после фиксирования требует очень много времени. Практически кинопленки полностью промывают очень редко. Степень удаления тиосульфатно-комплексных соединений из фотографического слоя определяется условиями последующего использования кинопленок. Негативные кинопленки промывают тщательнее, чем позитивные; цветные — тщательнее, чем черно-белые. Кинопленки, подлежащие длительному хранению, промывают особенно тщательно. Для каждого вида изображения существуют нормы допустимого количества тиосульфата натрия в фотографическом слое кинопленки.

§ 9. Вспомогательные и дополнительные операции

Во многих технологических процессах обработки кинопленок предусмотрены вспомогательные и дополнительные операции. К ним относятся: остановка проявления, отбеливание, дубление, обесцвечивание и др.

Остановка проявления — операция, имеющая целью быстро прекратить действие проявляющего раствора на светочувствительный слой кинопленки. Осуществляется путем обработки кислым раствором. Он содержит слабые кислоты или кислые соли: уксусную кислоту, метабисульфит или другие подобные вещества. Останавливающий раствор, нейтрализуя щелочной проявитель, предотвращает перепроявление и окрашивание кинопленок, появление пятен, полос на изображении, сохраняет дубящие свойства фиксирующего раствора. По степенп кислотности останавливающие растворы могут быть разными в зависимости от того, для обработки каких кинопленок предназначаются. Например, обработка цветных кинопленок должна вестись в слабокислых растворах, так как в кислой среде цветное изображение разрушится.

Отбеливание — превращение металлического серебра, из которого состоит изображение, а также серебра в противоореольном, светофильтровом и других слоях кинопленок — в соли серебра, имеющие белый или светло-желтый цвет. Отбеливание ведется в растворах, имеющих окислители: железосинеродистый калий, двухромовокислый калий, марганцовокислый калий и другие. Отбеливание является обязательной операцией при обработке цветных и обращаемых кинопленок. Отбеливание применяют при процессах ослабления, усиления и окрашивания черно-белого изображения. Иногда в целях сокращения операций обработки отбеливание совмещают с фиксированием и дублением кинопленок.

Дубление — операция, повышающая температурную устойчивость и механическую прочность эмульсионного слоя кинопленки. Для дубления применяют растворы, содержащие соли окиси хрома (хромовые квасцы), соли окиси алюминия (алюмокалиевые квасцы), формальдегид и др. Дубление может быть примепено до или после проявления, фиксирования, промывки и т. д. Ч'асто дубление совмещают с другими операциями, например с прекращением проявления, фиксирования и т. д. Дубяще-останавливающие растворы применяют в случаях, когда обработка ведется при высокой температуре, способной вызвать плавление или пузырение эмульспонного слоя кинопленок, не рассчитанных на такой режим.

Обесцвечивание — удаление окраски эмульсионного слоя кинопленки, возникшей в процессе обработки. Эта операция ведется в сульфитных, фиксирующих и других растворах, способных разрушить вещества, окрашивающие эмульсионный слой. Обесцвечивание применяют при обработке черно-белых обращаемых кинопленок, а также в некоторых процессах усиления и ослабления изображения.

Размачивание — операция предварительной обработки кинопленки с целью повышения влагосодержания светочувствительного слоя, чтобы избежать неравномерности его проявления. Эта операция способствует и снятию противоореольного сажевого слоя, нанесенного на подложку некоторых кинопленок. Для размачивания применяют чистую воду или слабощелочной раствор.

Смачивание — процесс, предохраняющий от пятен, которые могут возникнуть на подложке кинопленки во время сушки. Чтобы избежать образования капель воды, оставляющих следы в виде пятен, кинопленку перед сушкой недолго промывают в растворе, содержащем поверхностно-активные вещества, понижающие поверхностное натяжение воды. К таким веществам (смачивателям) относятся стиральные порошки типа «Лотос». Применение смачивателей ускоряет сушку и способствует равномерному высыханию кинопленок.

Ослабление — понижение плотности изображения за счет частичного удаления из фотографического слоя металлического серебра или красителей. Ослабление происходит в одном или в нескольких растворах, содержащих вещества, окисляющие и растворяющие серебро или красители. В зависимости от процесса и свойств кинопленки черно-белое ослабление может быть поверхностным, пропорциональным и сверхпропорциональным.

Усиление — повышение визуальной или копировальной плотности фотографического изображения. При усилении на металлическое серебро, составляющее изображение, наращивается какой-либо металл, окрашенное соединение или заменяется другим веществом. В зависимости от процесса и свойств кинопленки усиление черно-белого изображения может быть пропорциональным, сверхпропорциональным и субпропорциональным.

Чернение — образование изображения раствором восстановителя. Чернение применяют в процессах обработки обращаемых кинопленок для замены операций засветки и второго проявления. Чернение используется при усилении и окрашивании изображения на черно-белых кинопленках.

Стабилизация — увеличение сроков сохранности фотографического изображения. Для стабилизации используют формалин и поверхностно-активные вещества. Некоторые из них поглощают коротковолновые лучи, разрушающие красители, составляющие цветное изображение.

Сушка — приведение влагосодержания фотографического слоя к значению, отвечающему сухому состоянию кинопленки. Во время сушки влага диффундирует изнутри фотографического слоя к его поверхности. Скорость сушки зависит от влагосодержания фотографического слоя, скорости движения воздуха, температуры, относительной влажности и устройства, в котором сушится кинопленка. Сушку осуществляют нагретым воздухом, источниками с инфракрасным излучением и т. д.

§10. Машинная обработка кинопленок

Химико-фотографические процессы при обработке кинопленок осуществляют в проявочных машинах, представляющих собой «ложные агрегаты, в которых не только проявляется изображение, но и производятся все остальные операции вплоть до высушивания кинопленок.

Важнейшими требованиями к проявочной машине являются следующие: широкий диапазон производительности, широкий диапазон

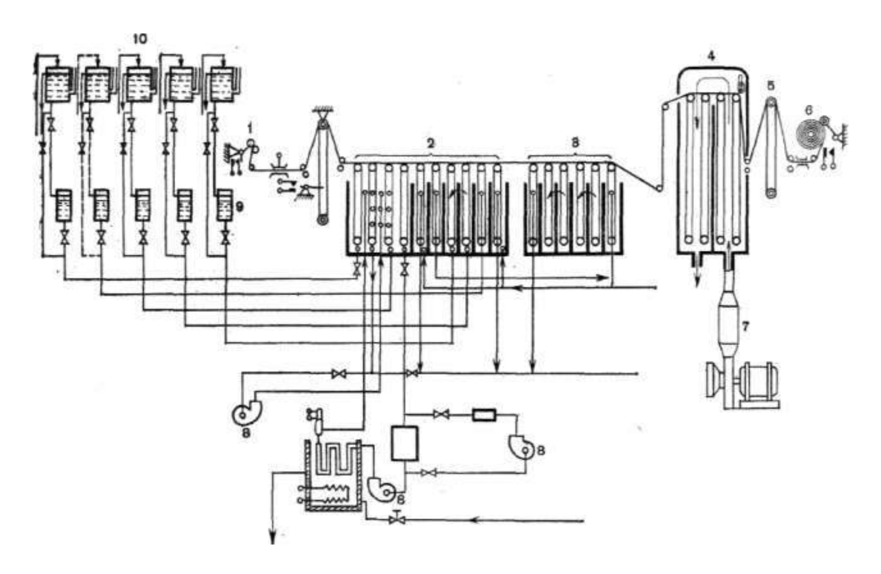


Рис. 1.8. Кинематическая схема проявочной машины: *1* — подающая кассета и магазин загрузки кинопленки, *2* — лентопротяжный механизм и баки в темной части машины, *3* — лентопротяжный механизм и баки в светлой части машины, *4* — сушильный шкаф, *5* — разгрузочный магазин, *6* — принимающая кассета, *7* — кондиционер для подготовки воздуха, *8* — циркуляционные системы для растворов, *9* — дозаторы, *10* — баки с запасными растворами

технологических процессов, устойчивость и воспроизводимость технологических процессов, возможность обработки кинопленок разной ширины, безаварийность и удобство обслуживания.

Существующие проявочные машины по конструкции весьма разнообразны и в разной степени отвечают указанным требованиям.

Проявочные машины бывают односторонними, двусторонними, секционными, камерными и т. д. Они могут быть установлены в одноэтажном или двухэтажном помещении и работать при белом или при цветном освещении.

Производительность проявочных машин также различна. На предприятиях, занимающихся тиражированием фильмов, применяют высокопроизводительные машины (3000—6000 м/ч). В больших цехах кино- и телестудий пользуются машинами средней производительности (800—2000 м/ч). Малые студии устанавливают машины небольшой производительности (200—600 *и/ч)*. Специальные проявочные машины для работы в экспедиционных условиях имеют еще меньшую производительность (25—100 м/ч).

Любая проявочная машина (рис. 1.8) состоит из лентопротяжного и приводного механизмов, баков для растворов и воды, сушильного шкафа и многочисленных вспомогательных устройств: кассет, систем терморегулирования растворов и воздуха, дозаторов, влагоснимателей и т. п.

В одних проявочных машинах узлы собраны на жесткой раме, рассчитанной на определенный технологический процесс обработки кинопленок, например только для черно-белых негативных или для цветных позитивных кинопленок. В других машинах узлы выполнены из унифицированных блоков, позволяющих собирать их в различных комбинациях, обеспечивающих проведение любого технологического процесса обработки кинопленок: негативного, позитивного, контрактного, обращаемого и т. д.

Лентопротяжный механизм служит для транспортирования кинопленок во время обработки в проявочной машине. Он может быть однопетельным и многопетельным.

В проявочной машине с однопетельным лентопротяжным механизмом между верхними и нижними роликами кинопленка образует по одной петле. С многопетелъным — кинопленка располагается в разных плоскостях, в виде спирали. В этом случае ролики механизма соприкасаются только с подложкой кинопленки, что исключает возможность повреждения эмульсионного слоя. Многопетельный механизм рациональнее, так как при одинаковой длине с однопетельным производительность машины гораздо выше.

Лентопротяжный механизм транспортирует кинопленки 6 помощью зубчатых или гладких барабанов.

Проявочные машины (особенно старых конструкций) небольшой производительности имеют лентопротяжные механизмы с зубчатыми барабанами, так как они просты в изготовлении и обслуживании. Эти механизмы имеют существенные недостатки — при транспортировании зубчатыми барабанами перфорации кинопленок испытывают значительную нагрузку, вследствие чего часто повреждаются. Зубья барабанов быстро изнашиваются и надкалывают перфорационные отверстия. Шаг зубьев барабана должен быть строго определенным, в противном случае зацепление зубьями ведущих барабанов перфораций будет неполноценным. В результате возможен разрыв кинопленок или их соскакивание с барабана.

Для снижения нагрузки на перфорации кинопленок в многопетельных лентопротяжных механизмах предусмотрены помимо зубчатых барабанов гладкие ролики, обеспечивающие правильное положенце петель в машине. Нижние грузовые ролики при транспортировании кинопленки свободно подвешиваются на ее петлях.

В современных проявочных машинах, как правило, применяется фрикционный метод транспортирования кинопленок лентопротяжными механизмами.

При фрикционном методе транспортирования кинопленки подвер-

гаются значительно меньшей нагрузке, чем при транспортировании с помощью зубчатых барабанов. Перфорации кинопленок в работе не участвуют.

В процессе обработки кинопленок их линейные размеры изменяются: в растворах удлиняются, при сушке — уменьшаются. Разные кинопленки изменяются неодинаково. Деформация кинопленок зависит но только от их свойств, но и от режимов обработки в проявочной машине. Поэтому конструкция лентопротяжного механизма, особенно фрикционного, должна учитывать изменения размеров кинопленок в процессе обработки. В этой связи представляют большой практический интерес барабаны, имеющие эластичные пружинистые втулки. Такой барабан состоит из жесткого обода с ребордами, центральной втулки — подшипника и упругих пружинообразных элементов, соединяющих обод с втулкой. Поверхность барабана покрыта присосами из эластичного пластика. Эти барабаны компенсируют изменение длины кинопленок и позволяют обрабатывать кинопленки' разной ширины, в том числе и неперфорированные, за счет прочного сцепления присосов с подложкой.

Движение лентопротяжного механизма осуществляется с помощью электродвигателя и передаточного механизма, связанного цепями, зубчатыми колесами, бесконечными ремнями и т. д.

Лентопротяжный механизм может иметь различное количество петель: от 2 до 12 — и может быть рассчитан на разную ширину кинопленки, например на 35 и 32 мм, на 35 и 16 мм или на 35, 32 и 1 б мм и т. д.

Нижние каретки с грузовыми роликами свободно висят на петлях кинопленки или укреплены жестко. Длина петель регулируется перемещением каретки вверх и вниз. Это перемещение может быть выполнено с различными устройствами. Удлиняя или укорачивая петли кинопленки, регулируют продолжительность операций.

Баки проявочной машины делают из нержавеющей стали, титана, полимеров и других материалов, устойчивых к действию растворов, часто очень агрессивных.

Баки могут быть рассчитаны на одну какую-либо операцию: проявление, фиксирование, отбеливание и т. п. или на то, чтобы каждая операция выполнялась в нескольких баках, соединенных между собой. Их форма и высота зависят от конструкции машины, материала, из которого они изготовлены, и от производительности машины.

Проявочные машины, предназначенные для использования в затемненном помещении с неактиничным освещением, имеют открытые баки.

У проявочных машин, предназначенных для работы при белом освещении, баки имеют светозащитные крышки. Герметически закрытые баки применяют в машинах, в которых обработку кинопленок проводят под струями раствора в атмосфере инертного газа — азота.

Лентопротяжный механизм проявочной машины может быть частично или полностью погружен в баки с растворами. При частичном погружении упрощается конструкция механизма и обслуживание машины. Воздействие растворов на узлы механизма и просачивание

смазки почти исключены. Однако обрабатываемые кинопленки в этом случае периодически выходят из растворов и подвергаются действию воздуха, который окисляет проявитель и вызывает воздушную вуаль на изображении. Кроме того, неодинаковые температуры воздуха и раствора, особенно при большом различии, что имеет место во многих современных методах обработки, могут быть причиной неравномерного протекания процесса. Поэтому при конструировании проявочных машин стремятся сократить расстояние между раствором в баках и верхними барабанами лентопротяжного механизма.

Полное погружение лентопротяжного механизма в растворы хорошо предохраняет их от окисления, но значительно усложняет устройство механизма и его обслуживание. Чтобы облегчить работу на машине, лентопротяжный механизм иногда делают подъемным. Подъем из баков механизма, собранного в один жесткий агрегат или блоки, осуществляется различными устройствами.

Растворы, температура которых во время работы должна поддерживаться постоянной, либо принудительно циркулируют через теплообменное устройство, подключенное к бакам проявочной машины, либо нагревают водяными рубашками, окружающими баки с растворами, либо с помощью других устройств. Термостатирование воды в .них производится смесителями горячей и холодной воды. Эти устройства оборудованы точными приборами, автоматически регулирующими заданные параметры температуры.

В целях стабилизации действия растворов часто в циркуляционную систему проявочной машины подключают баки дополнительного объема. Чем больше объем циркулирующего раствора, тем меньше влияют на его свойства различные продукты, накапливающиеся в процессе использования растворов. Увеличенный объем раствора лучше поддерживает и постоянство температуры.

В некоторых проявочных машинах применяют обработку кинопленок струями, направленными на эмульсионный слой; эластичными устройствами, прикасающимися к эмульсионному слою, и т. д. Такая обработка кинопленок не только устраняет дефекты, возникающие вследствие неравномерного действия раствора, но и ускоряет процесс в эмульсионном слое.

Баки в проявочной машине часто устанавливают по системе противотока раствора. При противоточном способе обработки раствор перетекает в баках в направлении, противоположном движению кинопленки в машине. Процесс при противотоке идет медленнее, чем при обычном способе, тем более — струйном. Однако противоток целесообразен для всех операций, не требующих строгого соблюдения температурного и временного режимов. Так, при фиксировании сокращается расход химикатов, увеличивается сбор отработанного серебра, обеспечивается полнота процесса и упрощается оборудование проявочной машины.

Во время использования растворов меняется их состав и объем. Одни вещества расходуются (проявляющие, ускоряющие, сохраняющие вещества — в проявителе, тиосульфат натрия — в фиксаже, железосинеродистый калий — в отбеливателе и т. д.), другие — накапли-

ваются (бромиды — в проявителе, серебро — в фиксаже и т. д.). Изменяется состав растворов и за счет заноса кинопленками одного раствора в другой и их разбавления заносимой водой. Изменение состава раствора сказывается на фотографическом процессе, уменьшение объема — на продолжительности операции.

Постоянство состава и объема раствора в баках проявочной машины поддерживают с помощью дозаторов, которые подают компенсирующие растворы в рабочие. Конструкции дозаторов весьма различны: простейшие из них — поплавковые — поддерживают постоянный объем путем введения компенсирующего раствора при изменении уровня в баках машины; порционные дозаторы рассчитаны на периодическую подачу компенсирующего раствора в рабочие через заданные промежутки времени и в определенных количествах. Дозаторы могут включаться в работу от лентопротяжного механизма проявочной машины, от специальных датчиков, например автоматических контрольных приборов, оценивающих состояние рабочих растворов.

Компенсирующие растворы поступают в дозаторы из напорных баков, расположенных выше уровня баков проявочной машины, или из других емкостей.

У баков проявочной машины по ходу кинопленок, после каждого раствора, а также после баков с промывной водой, установлены влагосниматели, уменьшающие занос кинопленкой одного раствора или воды в соседний. Влагосниматели могут быть в виде каплесдувателей, подающих к поверхности кинопленки с большой скоростью поток воздуха, сдувающий влагу; эластичных или надувных отжимов, снимающих влагу за счет контакта с поверхностями кинопленки; вакуумотсосов, подключаемых к компрессору и отсасывающих влагу, и т. д.

Во время работы растворы в баках засоряются различными механическими примесями, особенно кусочками желатины. Для очистки растворы фильтруют с помощью различных устройств.

Есть проявочные машины, в которых традиционные жидкие растворы заменены *вязкими* растворами — пастами. Эти растворы представляют собой массу, содержащую кроме обычных веществ специальный растворитель и смачиватель, обеспечивающий должную вязкость раствора и способность его действовать на светочувствительный слой кинопленки. Вязкие растворы могут быть проявляющими, фиксирующими, отбеливающими, объединяющими проявление и фиксирование (монорастворы) и т. д.

Вязкие растворы на светочувствительный слой наносят различные устройства: экструдеры, купающие ролики и т. д. Такие устройства исключают необходимость иметь в машине циркуляционные системы, дозаторы и прочие вспомогательные узлы, обязательные для жидких растворов, вследствие чего значительно упрощаются конструкция проявочной машины и ее размеры. Вязкие растворы используют при высокой температуре (50° и выше), что сильно увеличивает производительность машины.

Проявочные машины могут быть рассчитаны на комбинированную обработку кинопленок, при которой часть операций, например проявление, отбеливание, осуществляется вязкими растворами, а часть обычными — жидкими, как-то: фиксирование, промывка и т. п.

Вязкий раствор, содержащий проявляющие вещества в количествах, достаточных для получения заданного значения плотности изображения, работает выравнивающе: каждая деталь изображения проявляется тем дольше, чем меньше она экспонировалась. В результате темные детали объекта прорабатываются в изображении наилучшим образом, а яркие детали не будут чрезмерно плотными. Изображение оказывается более резким и мелкозернистым, чем при традиционной обработке кинопленок. Несколько повышается и их светочувствительность.

Проявочные машины с вязкими растворами позволяют создать быстрые и стабильные процессы, так как кинопленки всегда обрабатываются свежими растворами. Варьируя толщину наноса раствора и его состав, можно в одной и той же машине вести обработку различных кинопленок; черно-белых и цветных, негативных и позитивных и т. д.

В этих машинах можно использовать вязкие растворы, приготовленные на специализированном предприятии, что освободит цехи по обработке кинопленок от приготовления растворов, их контроля и контроля процесса. Получение готовых растворов в упаковке, рассчитанной на непосредственную установку к лентопротяжному механизму проявочной машины, технологически и экономически целесообразно, особенно для небольших кино-телестудий.

Независимо от того, каким способом обработаны кинопленки, после окончательной промывки они поступают в сушильный шкаф проявочной машины.

Фотографический слой и подложка кинопленки несут в сушильный шкаф значительное количество влаги. Условия сушки сказываются на изображении, на состоянии фотографического слоя и подложки. Может повыситься контрастность и плотность изображения, причем у разных кинопленок эти характеристики изменяются неодинаково.

Фотографический слой при удалении из него влаги сокращается в размерах значительно быстрее по сравнению с подложкой из-за различия в усадочных свойствах. В результате кинопленки имеют тенденцию к скручиванию в сторону фотографического слоя. Чем он толще, тем сильнее скручиваются кинопленки. Несмотря на то, что скручиваемость кинопленок вызвана самой их природой, можно подобрать такие условия сушки, при которых скручиваемость будет сведена к минимуму. Сушку кинопленок осуществляют конвективным и радиационным способами.

При *конвективном* способе сушка осуществляется подогретым термостатированным воздухом. Он подается на кинопленки из сопел, перфорированных труб или других подобных устройств. Эти сушильные устройства просты по конструкции и удобны в эксплуатации.

В проявочных машинах по этому способу сушку ведут с разомкнутой или с замкнутой подготовкой воздуха. Сушка кинопленки с разомкнутой системой идет по такой схеме: центробежный вентиля-

тор через фильтр грубой очистки засасывает воздух из помещения, где установлена проявочная машина, и направляет его в электроподогреватель.

Здесь воздух нагревается до заданной температуры, после чего сквозь фильтр тонкой очистки подается в распределяющие воздуховоды и обдувает кинопленку. Затем отработанный воздух выбрасывается за пределы помещения.

При замкнутой системе, обеспечивающей оптимальные и всегда одинаковые условия сушки, проявочная машина снабжается кондиционером. Конструктивно установки для кондиционирования воздуха весьма разнообразны и могут работать с использованием воды и других влагопоглотителей. Установка может иметь такую схему (рис. 1.9): отработанный воздух из сушильного шкафа поступает в камеру, в которой вода (температура 10—14°) распыляется с помощью форсунок в мелкие капли. Проходя дождевое пространство, воздух охлаждается и из него конденсируется излишняя влага.

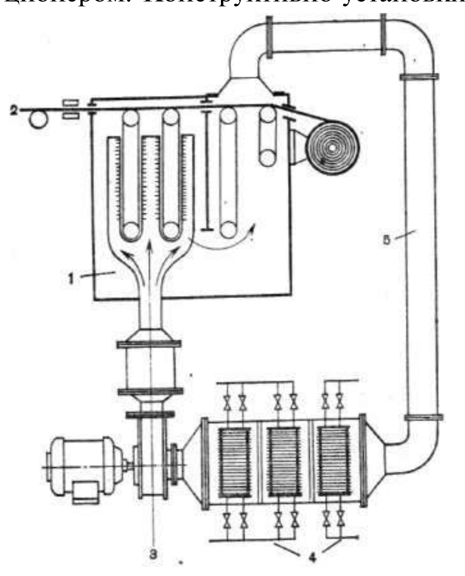


Рис. 1.9. Принципиальная схема сушильного устройства проявочной машины: *1* — сушильный шкаф, *S* — лентопротяжный механизм, *3* — вентилятор, *4* — калорифер, 5 — воздуховод

Охлажденный и осушенный воздух проходит затем через сепаратор, где отделяются капли воды, механически увлекаемые воздухом. После этого воздух поступает в нагревательный прибор для подогрева до заданной температуры. Нагретый воздух с помощью вентилятора подается в сушильный шкаф и, двигаясь навстречу кинопленке, высушивает ее. В процессе высушивания кинопленки воздух вновь увлажняется и снова подается в кондиционер, где весь процесс его подготовки повторяется.

В кондиционере воздух не только приобретает постоянные и оптимальные параметры, но и очищается от всяких механических загрязнений.

Установки по кондиционированию воздуха монтируют либо для каждой проявочной машины, либо для нескольких машин. В этом случае установки снабжают приспособлениями, автоматически регулирующими подачу воздуха в сушильный шкаф каждой проявочной машины. Работу кондиционеров контролируют записывающими и сигнализирующими приборами.

В некоторых сушильных шкафах для снятия капель, которые могут быть причиной появления полос на кинопленке, установлены ролики с поверхностью из мягкой ткани или поролона.

Радиационный способ предусматривает сушку кинопленок путем нагрева инфракрасным излучением или электромагнитным полем сверхвысоких частот.

Обработка кинопленок лучистыми источниками значительно ускоряет процесс сушки. Лучистый теплообмен стимулирует диффузию влаги из глубины фотографического слоя к его поверхности, тем самым предотвращая образование на поверхности подсохшего слоя, который иногда приводит к деформации кинопленок. Лучистый способ позволяет вести сушку в малых по размеру шкафах. Однако при сушке кинопленок этими источниками возникают трудности, заключающиеся в том, что для каждого типа кинопленок необходимо подбирать индивидуальное излучение, так как разные кинопленки неодинаковы по поглощению излучений.

Проявочные машины имеют следующие вспомогательные устройства:

кассеты — принимающие и подающие, на 300, 600 и более метров кинопленки. Подающая кассета может быть открытой или светонепроницаемой в зависимости от конструкции проявочной машины;

магазин запаса — бак, шкаф или другая емкость, для загрузки проявочной машины кинопленкой при смене рулонов в подающей или принимающей кассете. Магазин запаса, расположенный у подающей и светоизолированной кассеты, называется загрузочным. Непрерывность поступления кинопленки в растворы происходит за счет сокращения количества и длины петель в загрузочном магазине. У принимающей кассеты расположен разгрузочный магазин. При разрядке количество и длина петель в нем увеличиваются. Магазины запаса имеют приспособления для зажима кинопленки на период смены кассет или рулонов;

стирающее устройство имеет валики или щетки, которые после замочки кинопленки в специальном растворе стирают противоореольный сажевый слой, нанесенный на наружную сторону подложки;

аппликаторное устройство для обработки цветных позитивных кинопленок с раздельными процессами для изображения и фонограммы; позволяет наносить вязкий проявляющий или отбеливающий раствор на какую-либо часть светочувствительного слоя, в зависимости от технологического процесса;

фонарь, которым засвечивают обращаемые кинопленки над баками или внутри баков, заполненных водой. Фонарь может иметь лампы, регулируемые по силе света.

Помимо этих вспомогательных устройств в проявочных машинах могут быть и другие.

Большинство проявочных машин имеют централизованный пульт управления узлами и приборами, регулирующими режим обработки кинопленки. Некоторые из этих пультов снабжены регистрирующими и сигнализирующими устройствами, ЭВМ — контролирующими и управляющими процессом обработки кинопленки. Наиболее совершенные машины имеют микропроцессоры-компьютеры, представляющие собой математические и логические устройства, управляющие процессом или отдельными операциями.

Проявочные машины устанавливают в больших залах или в отдельных кабинах. Помещения должны быть удобными для обслуживания машины. Стены помещения отделываются глазурованной плиткой, полы — керамической, потолки — масляной или синтетической краской. Стены и пол до покрытия плитками обклеивают пластиком, предохраняющим помещение от разрушающего действия фотографических растворов. Все металлические и деревянные части обрабатывают специальными растворами.

Проявочные машины, имеющие светозащитные устройства, устанавливают в светлом помещении. Проявочные машины, в которых предусмотрено проведение некоторых операций в темноте или при цветном освещении, устанавливают в помещениях, имеющих стенку, отделяющую темную часть от светлой.

Машины с высокими баками монтируют в помещении, имеющем проемы или кюветы в полу, позволяющие устанавливать баки над рабочим полом на высоте 100—120 см, чтобы удобно было обслуживать машину.

Проявочные машины, работающие по одному технологическому процессу, например на кинокопировальных фабриках, объединяют по системе циркулирующих растворов: проявителю, фиксажу и т. д. Объединение систем растворов нескольких машин способствует стабильности растворов, упрощает контроль процесса, сокращает количество вспомогательного оборудования.

Работа проявочной машины зависит от профилактического обслуживания и подготовки кинопленок к обработке.

В подготовленной к работе машине баки должны быть залиты растворами и водой, лентопротяжный механизм заряжен ракордом, представляющим собой утолщенную подложку кинопленки, без каких-либо слоев или изготовленным из лавсана. Машина заряжается ракордом от подающей до принимающей кассет. Ракорд нужен в начале работы для протягивания обрабатываемых кинопленок по всему тракту.

Перед включением машины наружный виток рулона кинопленки скрепляют с концом ракорда у подающей кассеты. Во время хода машины ракорд движется по тракту при помощи лентопротяжного механизма и увлекает за собой кинопленку. Освободившийся ракорд поступает в принимающую кассету. Когда из сушильного шкафа появится первый виток обработанной кинопленки, ее укрепляют в принимающей кассете, освободив от ракорда.

Новые рулоны кинопленок подсоединяют, скрепляя их у подающей кассеты с обрабатываемой кинопленкой. Ракорд включают между двумя рулонами кинопленок и в том случае, если необходимо изменить продолжительность проявления, так как изменение режима непосредственно на обрабатываемой кинопленке приведет к неравномерному проявлению изображения. По окончании обработки кинопленок к последнему витку рулона прикрепляют ракорд, который заполняет весь тракт машины.

Есть самозаряжающиеся машины, позволяющие вести обработку рулонами кинопленок, без скрепления и ракорда.

Профилактическое обслуживание проявочной машины заключается в ежедневной проверке растворов и их уровня, лентопротяжного механизма и циркуляционной системы, дозирующих устройств и приборов автоматики и т. д. Баки, барабаны, ролики, сушильный шкаф, влагосниматели и другие детали периодически требуют мойки и чистки, механизмы — смазки и наладки.

Многие проявочные машины снабжены блокирующими устройствами, автоматически выключающими привод при нарушении работы лентопротяжного механизма, при обрыве кинопленок или ракорда, а также прочих неисправностях, могущих быть причиной повреждения обрабатываемого материала.

§ 11. Эффекты проявления

При обработке кинопленок в проявочных машинах возможно появление местных эффектов проявления, часто являющихся причиной получения неполноценных изображений. Наиболее существенны следующие из них:

Эффект влияния смежных деталей изображения. Он может быть нескольких видов — светлая кайма вокруг равномерно и сильно экспонированных деталей (эффекта бордюра, «линии Маки»); почернение у границ равномерно и сильно экспонированных деталей больше, чем в их центре (эффект Эбергарда); расстояние между максимумом почернения двух темных линий в изображении увеличено по сравнению с имевшимся в объекте (эффект Костинского). Эффект влияния смежных мест тем заметнее, чем крупнозернистее кинопленки, чем резче граница между деталями различной плотности, чем больше различие в плотности между граничащими деталями, чем меньше размеры детали большой и малой плотности.

Появление этих эффектов вызвано состоянием проявителя, т. е. степенью его истощения и характером диффузии проявителя внутри светочувствительного слоя. Например, при эффекте бордюра диффузия компонентов проявителя в центре детали изображения идет только сверху, у границ этой детали — сверху и сбоку. Это приводит к тому, что смежные детали проявляются по-разному. При эффекте Эбергарда в малых деталях изображения образуется меньше бромидов, чем в больших, и они легче переходят в проявитель, что ведет к различному проявлению деталей изображения. При эффекте Костинского имеет место недопроявление внутренних частей изображения, вследствие того что в пространстве между этими деталями проявитель оказывается более истощенным, чем с наружной их стороны, и что там в то же время выше концентрация бромидов, возникших во время проявления.

Эффект направленного проявления — это тянущиеся полосы за деталями изображения: светлые — за деталями с большим почернением, темные — за деталями с малым почернением. Эти полосы легко различимы при проекции изображения на экран. Эффект возникает от местных перемещений проявителя, продуктов проявления и бромида в светочувствительном слое кинопленки, на котором

образуется пограничный слой, мешающий равномерному проявлению всех деталей изображения одинаковым по составу проявителем. Вследствие местных перемещений появляются полосы проявителя и полосы бромида. Полосы проявителя — это относительно темные полосы, которые вызываются потоком свежего, неистощенного проявителя, стекающего с деталей с малыми почернениями; полосы бромида — светлые полосы, они вызываются потоком истощенного проявителя, идущего от деталей с большими почернениями.

Вертикальный эффект проявления выражается во взаимном влиянии светочувствительных слоев цветных кинопленок.

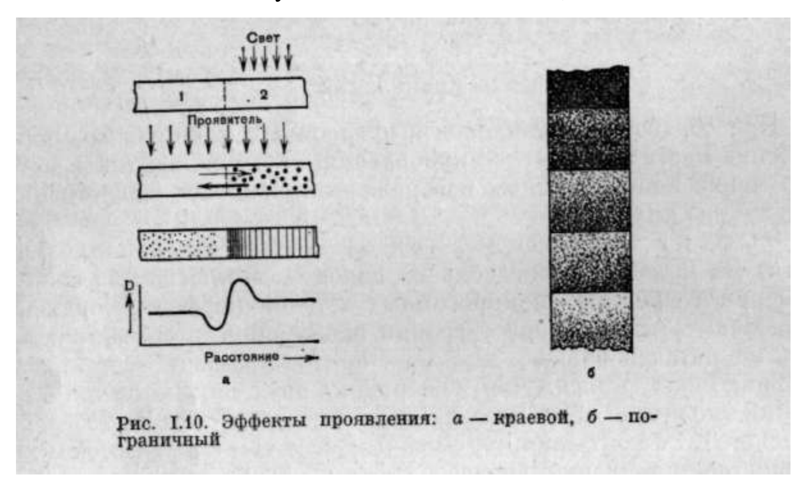


Рис. I.10. Эффекты проявления: а — краевой, б — пограничный

Явление обнаруживается не только во влиянии верхних слоев на нижние, но и, наоборот, нижних — на верхние. Вертикальный эффект проявления сказывается на цветоделительных свойствах цветных кинопленок (§ 12). Он зависит от способа обработки в машине и от длительности проявления.

Перфорационный эффект — почернения, возникающие вблизи перфорационных отверстий кинопленок. Появляются почернения вследствие того, что проявляющий раствор, прорываясь через отверстия к светочувствительному слою, действует на близлежащие участки более энергично, чем на всю остальную поверхность кинопленки.

Перечисленные выше эффекты (рис. I. 10) особенно заметны, если изображение подвергалось контратипированию (стр. 174). Энергичное воздействие проявляющего раствора на светочувствительный слой кинопленок обычно уменьшает местные эффекты. Для этого в проявочных машинах применяют душевую обработку кинопленок, турбулентное перемешивание растворов и т. д. При скорости хода проявочной машины свыше 4000 м/ч за счет перфорационных отверстий создается такое энергичное перемешивание проявителя, при котором нет необходимости применять душевые или турбулентные устройства. Поэтому проявочные машины высокой производительности предпочтительнее малых проявочных машин.

Глава II СВОЙСТВА КИНОПЛЕНОК

Качество изображения в фильме в значительной степени зависит от фотографических и технических свойств кинопленок.

К фотографическим свойствам кинопленок относятся: светочувствительность, контрастность, плотность вуали, фотографическая широта, цветочувствительность, зернистость, разрешающая способность и др.

К техническим свойствам кинопленок относятся физико-механические характеристики и размеры.

§ 12. Сенситометрия

Сенситометрия — учение об измерениях фотографических свойств светочувствительных материалов — представляет собой один из разделов метрологии.

Большинство стран, производящих светочувствительные материалы, имеют национальные сенситометрические системы. Наиболее распространены: советская (ГОСТ 10691—73, ГОСТ-9160—59 *), немецкая (DIN 4512—1971) и американская (ASA PH 2,3—1961). Кроме того, есть предложение Международной организации по стандартизации (ICO) создать международную систему сенситометрии.

Любая сенситометрическая система предусматривает выполнение следующих операций: экспонирование кинопленки, ее фотографическая обработка, измерение результатов экспонирования и фотографической обработки, выражение этих результатов в сенситометрических величинах.

Экспонирование кинопленок производится в сенситометре — приборе, сообщающем светочувствительному слою ряд нормированных экспозиций. Основные части сенситометра (рис. II. 1): источник света, модулятор экспозиций и кассетная часть.

Почти во всех сенситометрах источником света служит вольфрамовая лампа накаливания, питаемая стабильным по напряжению и силе электрическим током и излучающая постоянный по мощности и спектральному составу свет.

* Взамен ГОСТа 9160—59 разрабатывается новый ГОСТ на общесенситометрическое испытание цветных кинопленок.

Вольфрамовая лампа накаливания в сочетании со светофильтрами легко имитирует заданное излучение по спектральному составу, например, по спектральному распределению энергии в дневном свете. Лампу калибруют по эталонам и проверяют в процессе работы подключенными к ее клеммам прецизионными вольтметром и амперметром. Ток и напряжение, подаваемые к лампе, должны быть неизменными в течение всего срока ее использования.

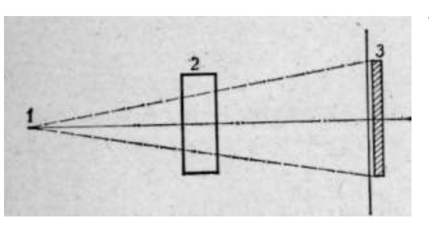


Рис. II.1. Схема сенситометра: *1* — источник света, *2* — модулятор экспозиций, *3* — кинопленка

Обычно сенситометры имеют лампу накаливания с цветовой температурой $T_c = 2850 + 20$ К. Сила света лампы должна быть такой, чтобы на испытуемых кинопленках создавалась освещенность, близкая к практическим условиям, при которых будут использованы кинопленки.

Сенситометр для кинопленок, экспонируемых при освещении, близком к дневному, имеет источник света с излучением $T_c = 5500$ К; для кинопленок, экспонируемых при освещении лампами накаливания, — источник света с излучением $T_c = 3200$ К. Чтобы создать эти излучения, перед лампой накаливания в сенситометре устанавливают соответствующие светофильтры. Они могут быть жидкими или твердыми, из окрашенных стекол или желатиновых пленок, помещенных между стеклами. Предпочтение отдается стеклянным светофильтрам, представляющим собой плоскопараллельные пластины цветного стекла, со строгими спектральными характеристиками. Для кинопленок, чувствительных к инфракрасным лучам, источник света в сенситометре экранируется специальным темно-красным светофильтром.

Если в сенситометре есть оптическая система — объектив, зеркало и другие детали, их спектральное поглощение должно быть учтено при подборе светофильтров, приводящих излучение лампы к заданной цветовой температуре.

У источника света в сенситометре могут быть помещены и другие светофильтры, например, для определения цветочувствительности, зональной чувствительности кинопленки т. д.

Если световой поток в сенситометре необходимо ослабить, например, при экспонировании высокочувствительных кинопленок, перед источником света устанавливают нейтрально-серый светофильтр определенной плотности.

В сенситометрах можно получить экспозицию по шкале о с в е щ е н н о с т и, при которой время освещения постоянно, а интенсивность освещения изменяется; и по шкале в р е м е н и, когда интенсивность освещения постоянна, а время освещения изменяется.

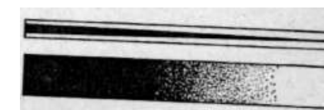
При съемке имеет место шкала освещенности, так как все участки светочувствительного слоя кинопленки экспонируются при одной выдержке *(t)* различными освещенностями *(E)*.

Поэтому в целях приближения сенситометрического экспониров

ния к практическим условиям использования кинопленок, современные сенситометры построены по шкале освещенности.

В сенситометрах со шкалой освещенности применяется м о д у л я т о р освещенности. Большей частью — это оптические клинья ступенчатые или непрерывные (рис. II. 2). К таким клиньям пред! являются следующие требования: неизбирательность в спектрально: отношении к источнику света сенситометра и возможность изменят освещенность *(E)* в широких пределах.

Оптические клинья представляют собой желатиновую пленку переменной толщины, содержащую коллоидный графит, иногда нейтрально-серый краситель. Монохроматические оптические плотности клина в диапазоне длин волн от 420 до 800 нм могут различаться не более чем на 5%.


Рис. II.2. Оптический клин сенситометра

Ступенчатый оптический клин имеет константу (K_c) — величину, показывающую приращение оптической плотности на каждое поле его длины, размер которых не менее чем на 1 м должен превышать световое пятно в измерительном приборе (денситометре). Ступенчатый оптический клин может иметь различное количество полей — ступеней.

Непрерывный оптический клин имеет константу $(K_н)$, показывающую приращение оптической плотности на каждый сантиметр его длины. Количественно эту константу можно определить по разности оптических плотностей двух точек клина, расположенных на расстоянии 1 см друг от друга по длине.

При экспонировании оптический клин должен быть плотно прижат к светочувствительному слою кинопленки, чтобы по возможности снизить светорассеяние во время экспонирования.

Время освещения в сенситометрах со шкалой освещенности регулируют затвором с падающей шторой, движущимся с постоянной скоростью световым штрихом вдоль оптического клина или другими приспособлениями, точно воспроизводящими заданные выдержки.

На рис. II.3 и II.4 показаны отечественные сенситометры: ФСР-4 и ЦС-2.

Ф о т о г р а ф и ч е с к а я о б р а б о т к а экспонированных в сенситометре кинопленок оказывает большое влияние на их сенситометрические показатели.

Обычно причиной расхождений в показателях свойств кинопленок являются условия проявления. На процесс проявления влияют состав раствора, его температура и объем, продолжительность и способ обработки кинопленки.

Чтобы получать однозначные и воспроизводимые результаты фотографической обработки кинопленок, процесс проявления необходимо стандартизовать. Пока этой стандартизации нет. Различные сенситометрические системы предусматривают разные условия обработки кинопленки.

Светочувствительный слой кинопленки проявить равномерно по

всей обрабатываемой площади и по глубине, особенно если кинопленка имеет несколько светочувствительных слоев, весьма сложно. Объясняется это тем, что вещества, образующиеся при проявлении, и некоторые другие явления мешают нормальному протеканию процесса.

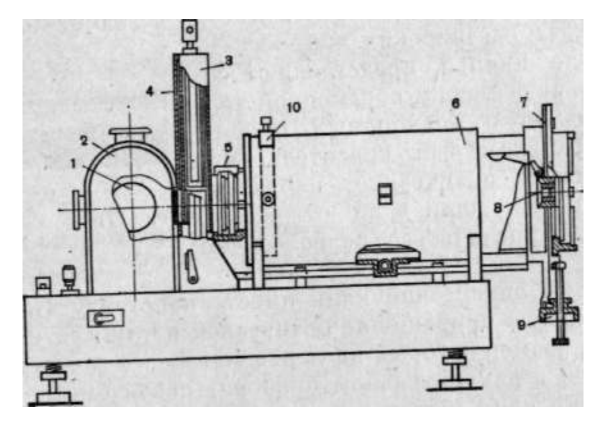


Рис. II.3. Схема сенситометра ФСР-4: 1 — источник света, 2 — светозащитный короб, *3* — шторный затвор, *4* — металлическая шторка затвора, 5 — светофильтр дневного света, б — раздвижной тубус, *7* — кассетная часть, *8* — ступенчатый оптический клин, *9* — винт для перемещения кассеты, *10* — рамка с дополнительными светофильтрами

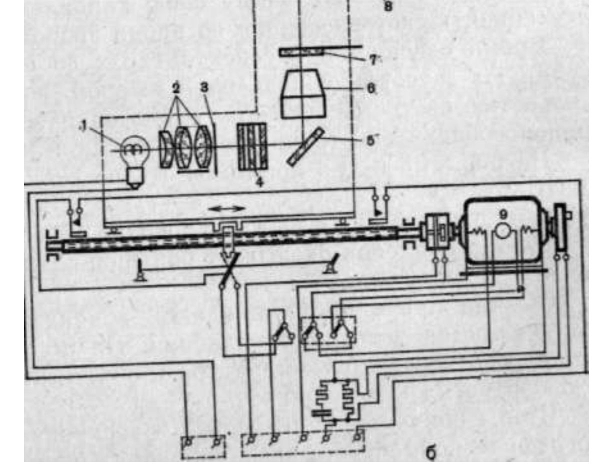


Рис. II.4. Сенситометр ЦС-2 (а) и его схема (б): *1* — источник света, 2— конденсор, *3* — механические щели, определяющие количество света во время экспозиции, 4 — светофильтр дневного света или для другой цветовой температуры, 5 — зеркало, *6* — объектив, 7 — серый светофильтр, *8* — ступенчатый оптический клин, *9* — электромотор, перемещающий с помощью ходового винта осветительное устройство под оптическим клином

В целях создания наиболее благоприятных условий обработки кинопленок применяют такие способы проявления, при которых можно поддерживать постоянную температуру раствора и равномерное воздействие проявителя на светочувствительный слой по площади и по глубине. Большинство этих способов основано на энергичном перемешивании стабильного по составу и температуре проявителя.

Для проявления экспонированных в сенситометре полосок кинопленки используют различные устройства вплоть до специальных лабораторных проявочных машин.

Полоску кинопленки, экспонированную в сенситометре и фотографически обработанную, называют с е н с и т о г р а м м о й (рис. II.5).

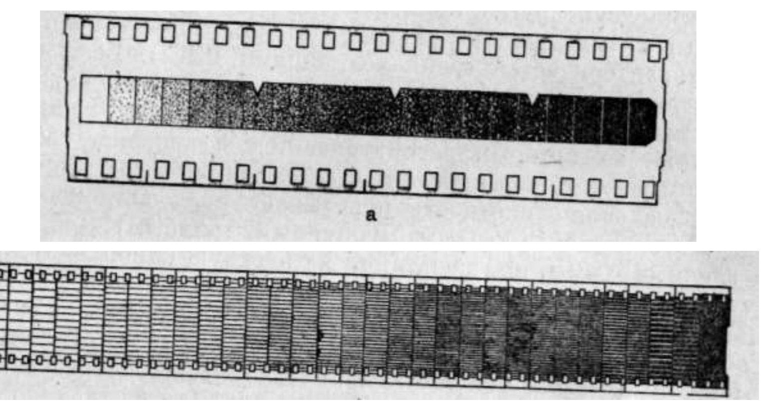


Рис. П.5. Сенситограммы на кинопленке: *а* — 21-польная, полученная в сенситометре ФСР-4; б — 30-польная, полученная в сенситометре ЦС-2

Она имеет серию полей из металлического серебра или красителей в фотографическом слое кинопленки.

Фотографический эффект, произведенный экспозицией и проявлением на кинопленке, определяют степенью поглощения света веществом, образующим сенситограмму. Этот эффект оценивают изменением светового потока, прошедшего через поле сенситограммы, т. е. отношением световых потоков: $\frac{\quad}{F} = \tau$. Десятичный логарифм полученной величины называют о п т и ч е с к о й п л о т н о с т ь ю. Она обозначается буквой *D* и определяется по уравнению:

$$D_\tau = \lg \frac{1}{\tau} = \lg \frac{F_0}{F},$$

где т — коэффициент пропускания света; *FQ* — световой поток, падающий на поле сенситограммы; *F* — световой поток, прошедший через это поле.

Если при промере сенситограммы происходит ослабление проходящего света в 10 раз, то оптическая плотность будет равна 1,0 (lg 10=1,0). При ослаблении проходящего света в 100 раз оптиче-

екая плотность будет равна 2,0 (lg 100 = 2,0). Когда проходящий свет ослабляется в 1000 раз, оптическая плотность равна 3,0 (lg 1000 = 3,0) и т.д.

Сенситограммы, состоящие из красителей, измеряют визуально эквивалентно-серыми плотностями (ВЭСП или $D_{н}$В) И копировальными плотностями (КП или /)ф) в зависимости от вида цветной кинопленки.

Визуально эквивалентно-серая плотность показывает концентрацию каждого из трех красителей (желтого, пурпурного, голубого) на поле сенситограммы. За единицу ВЭСП принята такая концентрация одного из красителей, которая в сочетании с определенными концентрациями двух других красителей дает нейтрально-серое поле с визуальной плотностью, равной единице. Каждое поле сенситограммы характеризуется тремя величинами ВЭСП. Если величины ВЭСП различны, поле сенситограммы оказывается окрашенным. В ВЭСП измеряют цветные позитивные и обращаемые кинопленки, изображение на которых рассматривается на экране, освещаемом источником света с нормированным спектральным составом.

Копировальная плотность показывает меру поглощения света каждым красителем (желтым, пурпурным, голубым), образующим поле сенситограммы, при печатании на цветную кинопленку. За единицу КП принято такое поглощение красителя, при котором он в сочетании с определенными поглощениями двух других красителей создает фотографически-серую плотность, неотличимую от действия оптической плотности из металлического серебра, равной единице, во время печатания на цветную кинопленку заданного вида. Каждое поле сенситограммы характеризуется тремя величинами КП. По этим величинам определяют степень сбалансированности кинопленки. В КП измеряют цветные негативные и контратипные кинопленки.

Для измерения оптических, визуально эквивалентно-серых и копировальных плотностей пользуются денситометрами. Эти приборы различаются по следующим признакам: по виду приемника света, по методу сравнения световых потоков, по размеру измеряемого участка, по способу считывания показателя плотности.

По виду приемника света денситометры могут быть визуальными и фотоэлектрическими.

В визуальном денситометре приемником света служит глаз. В денситометре есть два пучка света, выравненных между собой по яркости в одном поле зрения. При введении сенситограммы в один из пучков света, равенство в полях нарушается. По изменению светового потока, прошедшего через почернение в сенситограмме, определяют ее оптические плотности.

Визуальные денситометры применяют редко в связи с трудоемкостью измерения.

В фотоэлектрическом денситометре приемником света служит фотоэлемент или фоторезистор.

В простейших фотоэлектрических денситометрах установлен селеновый фотоэлемент, служащий одновременно приемником светово-

го пучка, проходящего через измеряемый участок кинопленки, и источником электрического тока для гальванометра, показывающего оптическую плотность.

К денситометрам этого типа относятся и приборы с двумя селеновыми фотоэлементами и оптическим клином (рис. II.6). В таких денситометрах один световой пучок от лампы, проходя через круговой оптический клин, диафрагму и измеряемую сенситограмму, осве-



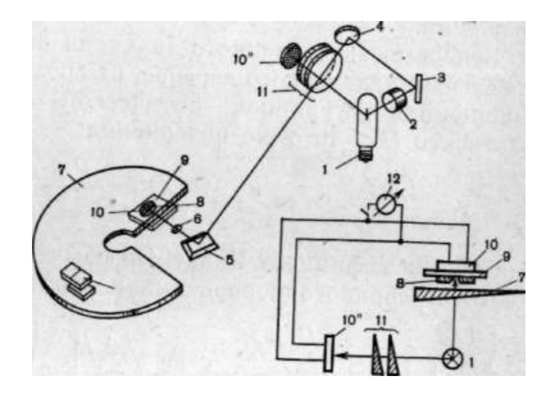


Рис. II.6. Общий вид денситометра ДФЭ-10 (а) и его схема (б): *1* — источник света, *2* — конденсор, *3*—*4*—*5* — зеркала, обеспечивающие направление световых пучков, 6 — линза, *7* — круговой измерительный оптический клин, *8* — диафрагма, *9* — сенситограмма, *10* — измерительный фотоэлемент, *10"* — фотоэлемент сравнения, *11* — компенсационные светофильтры, *12* — гальванометр

щает поверхность измерительного фотоэлемента. Второй световой пучок освещает поверхность компенсационного фотоэлемента. Предварительно он ослабляется серым светофильтром и компенсационным клином, установленным на пути лучей света. Фотоэлементы подключены к гальванометру таким образом, что при равенстве их освещенностей разность получаемых фототоков равна нулю. Это соответствует нулевому положению указателя гальванометра.

В современных денситометрах селеновые фотоэлементы заменяют фотоэлектронными умножителями (фотоумножителями), представляющими собой устройство, состоящее из фотокатода с электронным умножителем, усиливающим поток электронов, испускаемых фотокатодом при его облучении светом.

Большинство денситометров рассчитано на измерение диффузной оптической плотности *D^*. т. е. почернения в сенситограмме освещаемого рассеянным световым пучком. Для этого на пути светового пучка установлено молочное стекло, на которое фотографическим слоем вниз помещают сенситограмму. Такое измерение почернений совпадает с условиями контактного печатания изображения.

Если в денситометре сенситограмма освещается параллельным пучком света, т. е. без рассеивателя, то почернение поля сенсито-

граммы оценивается регулярной оптической плотностью D ц, которая обычно больше диффузионной оптической плотности.

Регулярной оптической плотностью Dg пользуются для оценки почернений, имеющих малые размеры, не перекрывающие световой пучок в обычных денситометрах. В этих случаях используют микроденситометры, имеющие оптические системы с 20—40-кратным увеличением. Оценка почернений регулярной оптической плотностью близка к условиям проекционного (оптического) печатания изображения.

Зависимость численного значения оптической плотности, состоящей из металлического серебра, от способа ее измерения определяют отношением регулярной оптической плотности Dg к диффузной плотности D% того же почернения:

;

где Q — коэффициент Калье. Он обычно тем больше, чем выше плотность серебряного почернения и зернистее кинопленка (рис. II.7). Поэтому нельзя сопоставлять показания микроденситометра с показателями обычного денситометра.

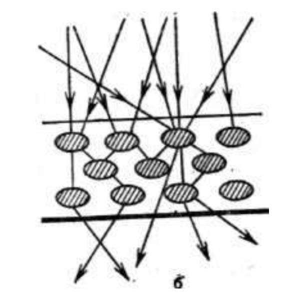
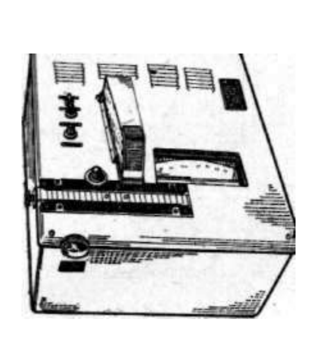


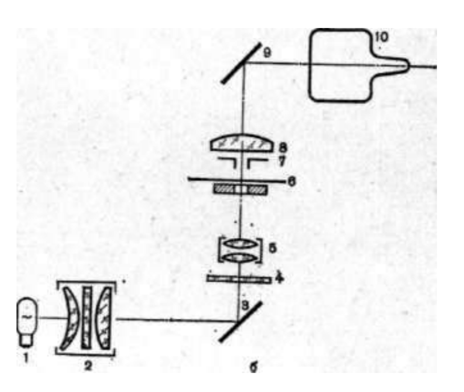
Рис. II.7. Схема, характеризующая эффект Калье: **о** — направленный свет, б — рассеянный **свет**
^ ^ ^ ^ ^

Денситометры, предназначенные для измерения сенситограмм, сделанных на цветных кинопленках, имеют три светофильтра, цвет каждого из них должен быть дополнительным к цвету измеряемой плотности в фотографическом слое кинопленки. Синий светофильтр — для плотностей, состоящих из желтого красителя, зеленый — для плотностей из пурпурного красителя, красный — для плотностей из голубого красителя.

Сенситограмму измеряют поочередно с каждым из трех светофильтров. Обозначают плотности так: копировальные DL» D^{3}_{Kn} и Dmi где верхние индексы указывают зоны светочувствительности слоев кинопленки, нижние индексы—вид плотности; визуально эквивалентно-серые— Aiaen» *Ьъэсп** Двэст У которых верхние индексы показывают цвет красителя, образующего изображение на кинопленке, нижние индексы — вид плотности. Эти плотности в зависимости от типа денситометра могут быть прочитаны на шкале гальванометра или на световом табло. У некоторых денситометров показатели гальванометра требуют перевода в плотности по специальным таблицам.

Отечественный денситометр ЦДФЭУ предназначен для измерения плотностей цветных и черно-белых кинопленок (рис. II.8). Принцип работы прибора основан на том, что световой поток лампы просвечивания, проходящий через сенситограмму, попадает на катод фотоумножителя, преобразующего световой поток в электрический ток. Это происходит по такой схеме: световой поток лампы просвечивания попадает на конденсор, отклоняется на 90° зеркалом и проходит через один из цветных светофильтров. Затем попадает в микрообъектив через измеряемую сенситограмму и оптическую систему на катод фотоумножителя. Его чувствительность автоматически регулируется так, что при увеличении интенсивности светового потока усиление уменьшается, и наоборот. При этом ток в анодной цепи фотоумножителя остается примерно постоянным. Так как усиление фотоумножителя имеет почти экспоненциальную зависимость от напряжения питания, то логарифм напряжения приблизительно пропорционален измеряемой плотности сенситограммы, что дает возможность вести измерение почти по равномерной шкале микроамперметра. Чтобы измерить сенситограмму, в световой поток денситометра вводят один из светофильтров, затем, отрегулировав денситометр, в его канал помещают сенситограмму и считывают показание на шкале микроамперметра. Эти показания переводят в величины плотностей по градуировочным таблицам для каждого светофильтра и типа кинопленки.





рие. И.8. Общий вид денситометра ЦДФЭУ (о) и его схема *(б): 1* — источник света, *2* — конденсор с теплофильтром, *3* — зеркало, *4* — цветные светофильтры, *5* — микрообъектив, *6* — сенситограмма, *7* — диафрагма, *8* — рассеивающая линза, *9* — зеркало, *10* — фотоумножитель

Денситометры фирмы Macbeth показывают результаты замера плотностей сенситограммы на шкале электрического прибора или на световом табло (рис. П.9). Действие денситометра основано на применении фотоумножителя по схеме, которая автоматически регулирует напряжение анода, подаваемое на фотоумножитель для поддержания стабильного напряжения. Когда световой поток, падающий на светочувствительную поверхность фотоумножителя, при промере сенситограммы изменяется, меняется и диодное напряжение, показывающее плотности измеряемой сенситограммы. Денсито-»

метры имеют съемные турели со светофильтрами, рассчитанными на измерение копировальных или визуально эквивалентно-серых плотностей. Такими денситометрами можно оценивать плотности и черно-белых кинопленок.

Есть регистрирующие денситометры, записывающие результаты промеров плотностей сенситограммы на специальный бланк. Записывающие устройства таких денситометров весьма различны.

На больших предприятиях, изготовляющих кинопленки или тиражирующих фильмы, применяют денситометры, состоящие из из-

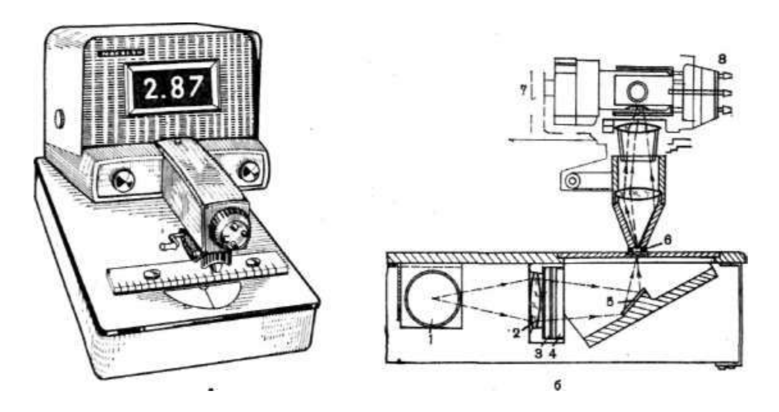


Рис. II.9. Общий вид денситометра Macbeth (о) и его схема (б): *1* — источник света, *2* — конденсор, *3* — интерференционный светофильтр, *4* — теплофильтр, 5 — зеркало, *6* — измерительная головна, 7 — катодно-лучевая трубка фотоумножителя, *8* — турель со светофильтрами

мерительного устройства, вычислительной машины, телетайпа и регистратора. Эти денситометры ускоряют операцию по измерению сенситограмм и открывают путь к автоматизации процессов технологии производства кинопленок и их обработки.

Некоторые денситометры нозволяют определять концентрацию красителей в цветных сенситограммах.

Фотографические свойства кинопленок определяют по характеристической кривой, показывающей зависимость оптической плотности *(D)* от десятичного логарифма количества освещения, сообщенного светочувствительному слою, т. е. от логарифма экспозиции lg#.

Характеристическую кривую строят на миллиметровой бумаге или на специальных сенситометрических бланках, с координатной сеткой, имеющей одинаковые масштабы по оси абсцисс и по оси ординат. По оси абсцисс отложены логарифмы экспозиций lg/7, по оси ординат — величины оптических плотностей *D.* Кроме того, бланк имеет шкалы экспозиций сенситометра в $\#_{л}к._{с}$ и шкалы, указывающие числа светочувствительности по разным критериям и формулам.

Для построения характеристической кривой сенситограммы ее оптические плотности отмечают на ординатах бланка, соответствующих

экспозициям, при которых были получены эти плотности. Затем с помощью линейки соединяют точки, расположенные прямолинейно. После чего по лекалу соединяют нижние и верхние точки.

Многие характеристические кривые имеют прямолинейный и два криволинейных участка (рис. 11.10).

Иногда при вычерчивании характеристической кривой некоторые точки выпадают. Такие выпадения точек могут быть от пузырьков,, соринок и т. п. дефектов сенситограммы. Поэтому спрямление средней час"ти характеристической кривой за счет пропуска нескольких точек вполне правомерно. Это правило справедливо и для точек, расположенных на криволинейных участках характеристической кривой.

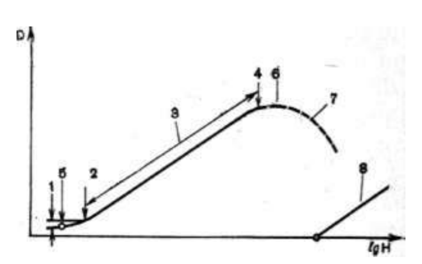


Рис. 11.10. Характеристическая кривая кинопленки: *1* — плотность вуали, *1—2* — начальный участок, *3* — прямолинейный участок, *4—6* — конечный участок, 5 — порог почернений, *6* — максимальная оптическая плотность, *7* — участок соляризации, *8* — показатель коэффициента контрастности

В характеристической кривой принято различать следующие участки:

в у а л ь (i)—оптическая плотность неэкспонированного участка кинопленки. Количественно оптическая плотность вуали равна разности между оптической плотностью неэкспонированного участка кинопленки и плотностью ее подложки;

н а ч а л ь н ы й у ч а с т о к *(1—2)* — криволинейная часть характеристической кривой, наклон которой увеличивается с ростом экспозиции.

п р я м о л и н е й н ы й у ч а с т о к *(2—4)* — часто называемый областью прямопропорционального воспроизведения. В пределах интервала логарифма экспозиций, соответствующего этому участку, рост оптических плотностей идет прямо пропорционально увеличению логарифмов экспозиций;

к о н е ч н ы й у ч а с т о к *{4—6)* —- криволинейная часть характеристической кривой, рост оптических плотностей которой снижается с увеличением экспозиции.

п о р о г п о ч е р н е н и я (5) $Д_{10р}$ — минимальная различаемая оптическая плотность сверх вуали;

м а к с и м а л ь н а я о п т и ч е с к а я п л о т н о с т ь *(6)* $D_{М}аис$ — оптическая плотность конечного криволинейного участка;

с о л я р и з а ц и я *(7)* — участок характеристической кривой, лежащий правее точки 6 и имеющий наклон, противоположный основной характеристической кривой.

По характеристической кривой определяют ее г р а д а ц и о н н ы е характеристики, к ним относятся:

к о э ф ф и ц и е н т к о н т р а с т н о с т и *(8) у* — тангене угла наклона прямолинейного участка характеристической кривой. Коэффициент контрастности можно определить по уравнению:

$$\gamma = \mathrm{tg}\,\alpha_\pi = \frac{D_2 - D_1}{\lg H_2 - \lg H_1},$$

где 7 — коэффициент контрастности; *Di* и D2 — оптические плотности, отвечающие началу и концу прямолинейного участка характеристической кривой; lg #1 и lg #2 — логарифмы экспозиций, соответствующие этим плотностям.

Коэффициент контрастности можно определить непосредственно на бланке. В этом случае из точки лежащей на оси абсциссы (она на бланке отмечена штрихом) проводят прямую, параллельную прямолинейному участку характеристической кривой до пересечения с крайней (правой) осью ординат. Число на этой оси показывает величину коэффициента контрастности;

градиент g — крутизна характеристической кривой, оцениваемая ее наклоном к оси логарифмов экспозиции. Количественно градиент равен тангенсу угла наклона касательной к оси абсцисс в любой точке характеристической кривой;

средний градиент g — тангенс угла наклона секущей, проходящей через две точки характеристической кривой, оптическая плотность которых принята полезными для образования изображения. Количественно средний градиент g оценивается отношением приращения оптической плотности к приращению логарифма экспозиций:

$$\overline{g} = \frac{\Delta D}{\Delta \lg H}$$

или отношением разности двух оптических плотностей к разности соответствующих им логарифмов экспозиций:

$$\overline{g} = \frac{D_n - D_m}{\lg H_n - \lg H_t}$$

где g — средний градиент; D_n, D_m — полезные оптические плотности, соединенные секущей; $\lg H_n$ и $\lg H_m$ — логарифмы экспозиций, соответствующие этим плотностям; tg р — тангенс угла наклона секущей, проходящей через полезные точки характеристической кривой.

Средний градиент *(g)* можно определить и графически на бланке, как это осуществляется при нахождении коэффициента контрастности

Средний градиент *(g)* и коэффициент контрастности *(у)* кинопленки удобно определять с помощью номограмм, предложенных •НИКФИ, VUZORT п др. На рис. 11.11 приведена номограмма НИКФИ для определения среднего градиента. *(g)* негативной кинопленки. Номограмма представляет собой прозрачную пластинку с вертикальной шкалой, имеющей деления со значениями среднего градиента *(g)* и горизонтальной осью, соответствующей плотности вуали (Do). Над этой осью есть опорная точка (0), используемая во время определения среднего градиента *(g)*. При испытании черно-белой негативной кинопленки опорную точку (0) совмещают с точкой на

характеристической кривой, имеющей плотность 0,1 +Do. Пересечение характеристической кривой в интервале Alg//=1,30 с вертикальной шкалой номограммы покажет значение среднего градиента *(g)*.

При определении средних градиентов цветной негативной кинопленки опорная точка (ф) номограммы последовательно совмещается с точками, отвечающими критерию светочувствительности (0,15 + Do + + $0_м$аск) каждой частичной характеристической кривой. Пересечение их с вертикальной шкалой укажет значение частичных градиентов кинопленки.

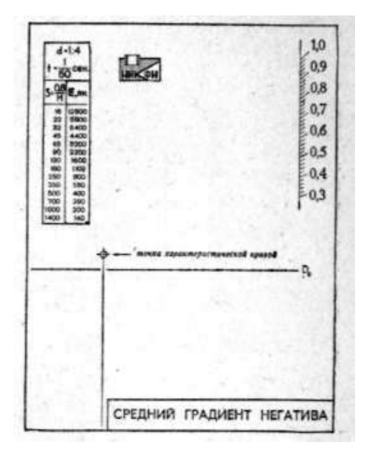


Рис. 11.11. Номограмма для определения среднего градиента и коэффициента контрастности

Те же операции с номограммой производят во время оценки коэффициента контрастности кинопленки.

На левой стороне номограммы НИКФИ помещена шкала, помогающая определять величины освещенности объекта съемки для получения нормального по плотности негатива, при различной светочувствительности кинопленки.

Фотографическая широта L — интервал экспозиций между конечной и начальной точками прямолинейного участка характеристической кривой. Количественно фотографическую широту определяют:

где L — логарифмический показатель фотографической широты; lg #2 — логарифм экспозиции, соответствующий концу прямолинейного участка; lg *H* — логарифм экспозиции, соответствующий началу прямолинейного участка.

Полезная фотографическая широта Ls — полный интервал экспозиций, ограниченный порогом почернения и максимальной оптической плотностью. Численно полезная фотографическая широта равна разности логарифмов экспозиций, соответствующих верхней и нижней полезным точкам на характеристической кривой:

$$L^* = \lg H_m - \lg H_n,$$

где *Ьъ* — логарифмический показатель полезной фотографической широты; $\lg H_m$ — логарифм экспозиции, соответствующий максимальной оптической плотности на характеристической кривой; $\lg H_n$ — логарифм экспозиции, соответствующий порогу почернения.

Светочувствительность S — способность кинопленки образовывать оптическую плотность под действием света и последующего проявления.

Величина светочувствительности обратно пропорциональна коли-

честву освещения *(Н),* создающему на кинопленке заданный эффект, например заранее обусловленную оптическую плотность. Точка на характеристической кривой, отвечающая заданному фотографическому эффекту, называется критерием светочувствительности.

Наиболее известными критериями светочувствительности являются следующие (рис. 11.12):

точка инерции — точка пересечения продолженного прямолинейного участка характеристической кривой с осью абсцисс

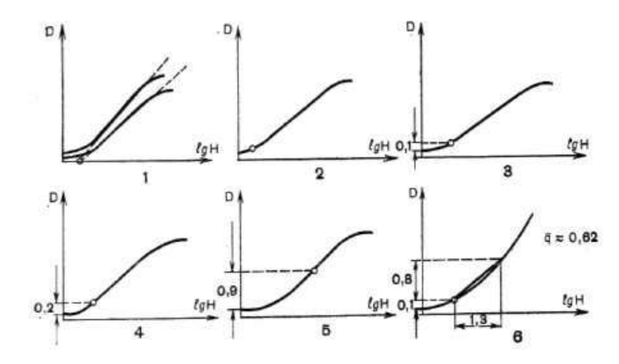


Рис. 11.12. Критерии светочувствительности: *1* — точка инерции, *г* — порог почернения, *3*—плотность 0,1 над вуалью, *4* — плотность 0,2 над вуалью, 5 — плотность 0,9 над вуалью, б — точка, с которой начинают оценивать средний градиент

(Hi). Эта точка не учитывает оптические плотности на начальном участке характеристической кривой, которые часто участвуют в создании изображения;

порог почернения — оптическая плотность, едва отличимая от плотности вуали;

нормированная оптическая плотность — некоторое значение оптической плотности сверх вуали на начальном или среднем участке характеристической кривой. Этот критерий светочувствительности принят многими сенситометрическими системами. Значение оптической плотности сверх вуали может быть: 0,1; 0,15; 0,20; 0,85; 0,90; 1,0 и др.

Численное значение светочувствительности определяют по формуле:

$$S = \frac{K}{Я_{кр}} \cdot$$

где S — число светочувствительности; K — постоянный коэффициент, обусловленный сенситометрической системой; H — экспозиция, создавшая заданный фотографический эффект; $_{кр}$ — индекс, указывающий критерий светочувствительности, по которому определяют число светочувствительности, в большинстве случаев кр=#кр, т. е. оптическая плотность на характеристической кривой над плотностью вуали или над минимальной плотностью.

Критерий светочувствительности $D_{Кр}$ и постоянный коэффициент *(К)* могут быть неодинаковыми не только в разных сенситометрических системах, но и в одной системе для разных видов кинопленок: негативных, позитивных, обращаемых и т. д.

ГОСТ 10691.3—73 для черно-белых кинопленок предусматривает определение числа светочувствительности по следующим формулам:

негативные кинопленки

$$S = \frac{0,5}{H_{кр}},$$

где Аф=0,10+Д);

позитивные и контратипные кинопленки

$$S = \frac{10}{H_{кр}},$$

где D„p=0,90 + D_0;

обращаемые кинопленки

$$S = \frac{5}{H_{кр}},$$

где Z>KP = 0,90 + DMHH, следовательно, $H_{кр}$ — экспозиция, отвечающая оптической плотности почернения, которая на $D_{Кр}$ превышает плотность неэкспонированного участка обращаемой кинопленки, лк. с.

ГОСТ 9160—59 для цветных кинопленок предусматривает определение числа светочувствительности по следующим формулам:

негативные кинопленки

$$S = \frac{20}{H_{кр}};$$

где Z)кр = 0,85 + Do каждого светочувствительного слоя;

позитивные и контратипные кинопленки

$$S = \frac{10}{H_{кр}},$$

где $D_к$р=1,0 + Do каждого светочувствительного слоя;

обращаемые кинопленки

$$S = \frac{10}{H_{кр}},$$

где Z)кр = 0,85 + DMHH каждого светочувствительного слоя.

Общая светочувствительность *S,* по которой определяют экспозицию для съемки объекта, — наименьшая величина светочувствительности для трех характеристических кривых, полученных по данной сенситограмме.

На производстве за общую светочувствительность часто принимают число зеленочувствительного слоя как наиболее важного в образовании цветного изображения.

Проект ГОСТа для цветных кинопленок предусматривает определение числа светочувствительности по следующим формулам!

негативные кинопленки

$$S = \frac{0,8}{H_{кр}},$$

где Z?кр = 0,15 + Do + DМаc каждого светочувствительного слоя;

позитивные и контратипные кинопленки

$$S = \frac{10}{H_{кр}},$$

где Z)кр = 0,90 + Do каждого светочувствительного слоя;

обращаемые кинопленки

$$S = \frac{5}{H_{кр}},$$

• где $D_{кр} = 0{,}90 + D_{мин}$ каждого светочувствительного слоя.

Общая светочувствительность негативных кинопленок, по которой определяют экспозицию для съемки объекта, оценивается средней величиной трех частичных светочувствительностей!

c _ ~jg ~^ " ~^ ^ r
3

Позитивных кинопленок — по наименьшей частичной светочувствительности из трех характеристических кривых;

обращаемых кинопленок — по наибольшей частичной светочувствительности из трех характеристических кривых.

В целях приближения сенситометрических характеристик к практическим условиям использования кинопленки система ГОСТ и некоторые зарубежные системы определяют численное значение светочувствительности и другие фотографические свойства при рекомендуемом значении среднего градиента (£рек) или коэффициента контрастности (7рек). Так, число светочувствительности черно-белой негативной кинопленки определяют при значении среднего градиента (^рек) =0,62. Для этого строят семейство характеристических кривых, полученных при разной продолжительности проявления кинопленки (рис. 11.13). На каждой из этих кривых определяют разность оптических плотностей *(AD)* в двух точках, отстоящих одна от другой на расстояние Alg#=1,3, из которых наименьшая равна 0,1+Д). В результате получают несколько величии *AD,* относящихся к разным продолжительностям проявления. Построив кривую зависимости *AD* от (, определяют продолжительность проявления, при которой AD = 0,8, и находят значение среднего градиента ,£ = 0,8 — 1,3 = = 0,62. При этом значении следует оценивать и другие сенситометрические характеристики негативной кинопленки.

По характеристическим кривым сенситограмм, проявленных разное время, принято строить кривые кинетики проявления (рис. 11.14), показывающие зависимость сенситометрических характеристик от продолжительности проявления кинопленки;

$$S = f(t),\quad \bar{g} = f(t),\quad \gamma = f(t),\quad D_0 = f(t),\quad D_{макс} = f(t) \text{ и др.}$$

Эти кривые строят на миллиметровой бумаге или на полулогарифмическом бланке.

По кривым кинетики проявления можно определить продолжительность проявления кинопленки, при которой будет получен рекомендованный коэффициент контрастности или средний градиент. Эти же кривые позволяют определить светочувствительность, опти-

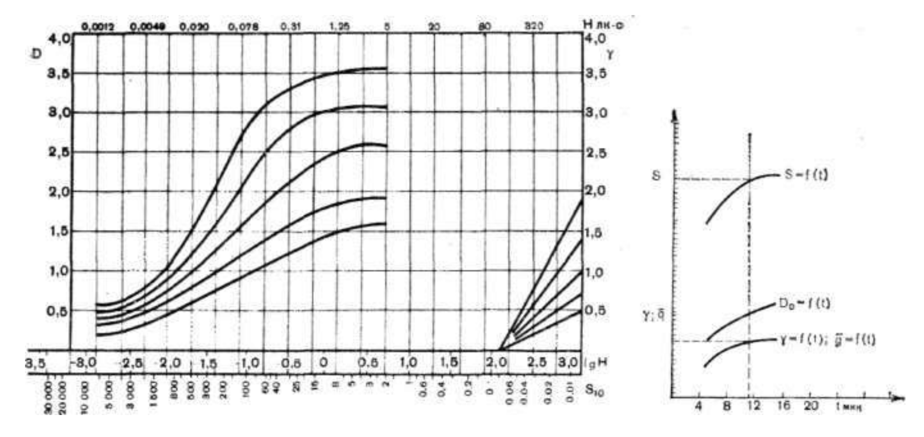


Рис. 11.13. Семейство характеристических кривых черно-белой негативной кинопленки

Рис. 11.14. Кривые кинетики проявления черно-белой негативной кинопленки

ческую плотность вуали, максимальную и минимальную оптические плотности кинопленки при различном времени ее проявления, а также при времени, обеспечивающем получение рекомендуемой контрастности. Чтобы установить продолжительность проявления кинопленки для достижения рекомендуемого значения контрастности, из точки на кривой, отвечающей этому значению контрастности, опускают перпендикуляр к оси абсцисс; он и укажет время, в течение которого следует проявлять кинопленку. Пересечение этим же перпендикуляром других кривых кинетики позволит определить остальные характеристики кинопленки при данном времени проявления.

Как уже говорилось, цветные кинопленки имеют три зонально чувствительных слоя. Поэтому на бланке строят три характеристические кривые. В зависимости от вида кинопленок характеристические кривые строят по копировальным или визуально эквивалентно-серым плотностям.

Эти характеристические кривые помимо обычных сенситометрических показателей позволяют определить:

частичную светочувствительность S_c, $S_з$, $S_к$ каждого слоя кинопленки;

сбалансированность по светочувствительности $Б_ч$ — отношение наибольшей частичной чувствительности к наименьшей:

$$Б_ч = \frac{S_{макс}}{S_{мин}};$$

сбалансированность по контрастности $Б_к$ — разность наибольшего и наименьшего частичных коэффициентов контрастности или средних градиентов:

$$Б_к = \gamma_{макс} - \gamma_{мин}$$

или

$$Б_к = \bar{g}_{макс} - \bar{g}_{мин}.$$

Для определения частичной светочувствительности $(S_c, S_з, S_к)$, плотности вуали, показателей баланса светочувствительности и контрастности цветных кинопленок изготовляют три — четыре сенситограммы, которые проявляют разное время. По этим сенситограммам строят триады характеристических кривых на бланках. Обычно каждую триаду кривых наносят на отдельный бланк.

Величины балансов позволяют судить о том, как согласованы частичные слои по светочувствительности и контрастности.

Цветная кинопленка, у которой $Б_ч=1,0$ и $Б_к=0$, считается хорошо сбалансированной, так как в этом случае красители в слоях обеспечивают наиболее точное воспроизведение объекта по цвету. Допустимые отклонения от баланса для каждого вида цветных кинопленок указываются в технических условиях на эти материалы. Чем меньше эти отклонения, тем выше качество кинопленки. Особенно строгие требования предъявляются к сбалансированности по контрастности, вследствие того что нарушение этого баланса не может быть исправлено при последующих операциях и скажется на цветовоспроизведении объекта съемки.

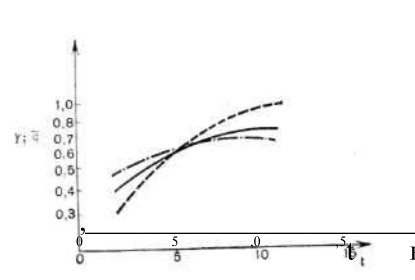


Рис. II.15. Кривые кинетики проявления цветной негативной кинопленки

Общая фотографическая широта L — интервал экспозиций, в котором все три характеристические кривые имеют одинаковые прямолинейные участки или одинаковы по градиенту.

Кривые кинетики проявления, построенные по характеристическим кривым (рис. II. 15), позволяют определить режим проявления, обеспечивающий наилучший баланс по контрастности, и другие характеристики кинопленки.

Если цветную кинопленку оценивают по свойствам одного светочувствительного слоя, то тогда используют характеристические кривые и кривые кинетики проявления, построенные для зеленочувствительного слоя.

Сенситометрическая система ГОСТ имеет нормированный ряд величин светочувствительности, которые возрастают в геометрической прогрессии со знаменателем $\sqrt{2}$. Этот ряд состоит из чисел: 1,0; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 65; 90; 130; 180; 250; 350; 500 и т. д. Полученные при испытании кинопленок светочувствительности округляют до ближайшего значения нормированного ряда сенситометрической системы.

Сенситометрические системы ASA ПР 2.5. — 1961 (США) и BS 1380—61 (Великобритания) имеют нормированный ряд величин светочувствительности, возрастающих по геометрической прогрессии со знаменателем $\sqrt[3]{2}$. Ряд состоит из чисел: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 130, 160, 200, 250, 320, 500 и т. д.

Сенситометрическая система DIN (ГДР, ФРГ и др.) имеет нормированный ряд логарифмированных величин светочувствительности: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и т. д. Каждое рядом стоящее значение соответствует изменению светочувствительности в 1,26 раза.

Вследствие того что способы определения светочувствительности в различных сенситометрических системах неодинаковы по значению коэффициента (K), критерию светочувствительности $(D_{кр})$, по степени проявленности кинопленки (γ или $\bar{g}$) и многим другим характеристикам, сопоставление величин светочувствительности разных сенситометрических систем можно сделать лишь приближенно, например по табл. 3.

Таблица 3

Перевод величин светочувствительности

ГОСТ	ASA	DIN	ГОСТ	ASA	DIN
8	10	11	130	160	23
16	20	14	250	320	26
32	40	17	500	650	31
65	80	20	1000	1250	32

Цветочувствительность черно-белых кинопленок по сенситометрической системе ГОСТ оценивают эффективной светочувствительностью ($S_{эф}$), т. е. чувствительностью слоя к свету определенного спектрального состава.

Чтобы определить эффективную светочувствительность кинопленок, их экспонируют в сенситометре первоначально при стандартном режиме света, затем с одним из нормированных светофильтров, поочередно с желтым, оранжевым и красным. После чего по сенситограммам, обработанным при оптимальном режиме, строят характеристические кривые. По ним определяют величины эффективной светочувствительности по той же формуле, что и общую светочувствительность (стр. 54). Величины светочувствительности снабжают добавочным подстрочным индексом, характеризующим цвет светофильтра: $S_ж$, S_{op}, S_K.

Цветочувствительность кинопленок часто выражают кратностью

нормированного светофильтра — отношением общей светочувствительности кинопленки к ее эффективной светочувствительности:

$$g = \frac{S}{S_{эф}}.$$

Чем меньше кратность светофильтра, тем выше чувствительность кинопленки к цвету светофильтра.

Иногда цветочувствительность черно-белых кинопленок оценивают по изображению цветной таблицы (рис. II. 16) на испытуемом материале. Применяют различные цветные таблицы. По одним из них определяют качественную характеристику цветочувствительности кинопленок, так как действие различных цветов оценивают визуально по плотностям, которыми воспроизведены цветные поля таблицы. Чем чувствительнее кинопленка к данному цвету, тем большей плотностью он будет воспроизведен на изображении.

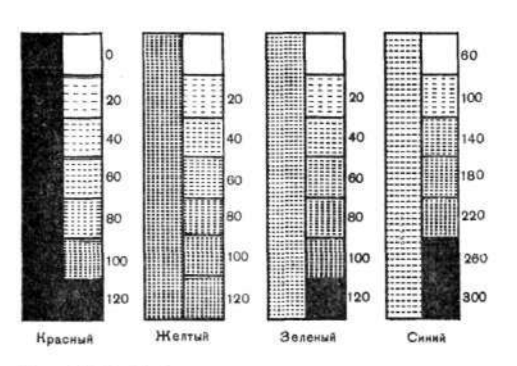


Рис. II.16. Таблица для определения цветочувствительности кинопленки

По другим таблицам получают количественные характеристики цветочувствительности кинопленки. В этих таблицах рядом с каждой цветной полосой расположена серая, ступени которой обозначены условными процентами или другими показателями. Цифра у серой ступени таблицы, совпавшей с цветной полосой, показывает цветочувствительность кинопленки.

Условность количественной оценки, а также зависимость оценки от свойств используемых при изготовлении таблиц красок и многих других причин ограничивают применение табличных методов при испытании кинопленок.

Более точная характеристика цветочувствительности кинопленок может быть получена путем фотографирования спектра. Этот метод определения, называемый спектральной сенситометрией, основан на применении спектрографов, объединенных с сенситометром. В таком приборе — спектросенситометре — спектр источника света фотографируют несколько раз на кинопленку с разными экспозициями. В результате получают спектросенситограмму (рис. 11.17). После измерения спектросенситограммы на денситометре строят монохроматические кривые, по которым определяют чувствительность кинопленки к излучению длины волны (Я) источника света (рис. 11.18).

Спектральную сенситометрию применяют на заводах, изготовляющих кинопленки, и в исследовательских институтах, так как метод этот сложен и трудоемок.

При оценке цветных кинопленок оценивают цветоделитель*

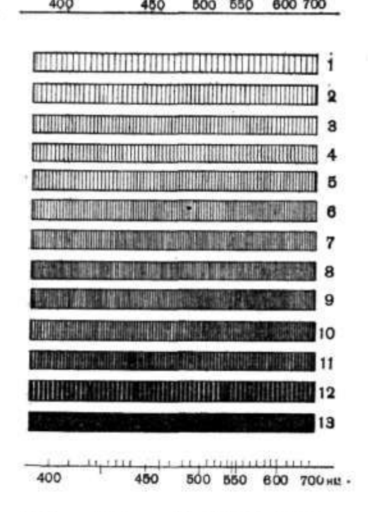


Рис. II.17. Спектросенситограмма

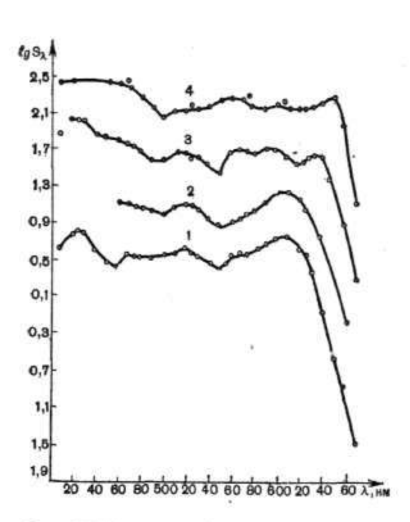


Рис. II.18. Кривые спектральной чувствительности черно-белых негативных кинопленок: *1* — НК-1; *2* — НК-2; *3* — НК-3; *4* — НК-4

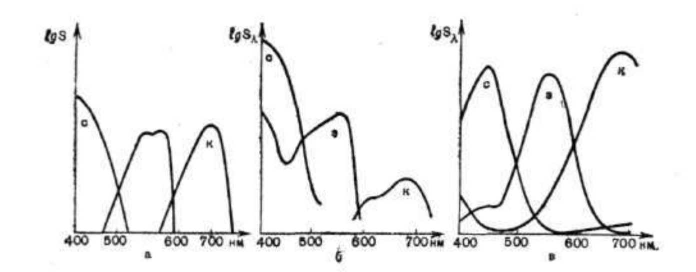


Рис. II.19. Кривые спектральной чувствительности слоев цветных кинопленок: *а* — негативная, *б* — позитивная, *в* — обращаемая

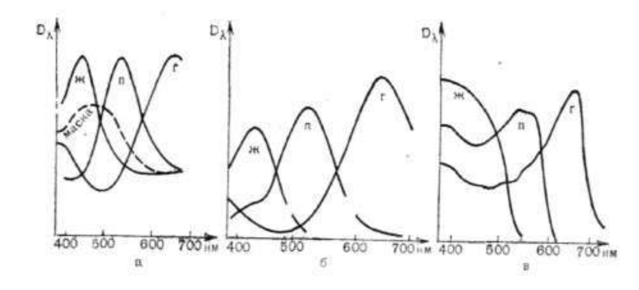


Рис. II.20. Кривые спектрального поглощения красителей цветных кинопленок: *а* — негативная, *б* — позитивная, *в* — обращаемая

н ы е свойства. Наилучшее цветоделение будет в случае, когда каждый частичный светочувствительный слой кинопленки регистрирует только одно цветоделенное изображение. Так, при съемке на цветную негативную кинопленку: синие детали должны регистрироваться только в синечувствительном слое, зеленые — только в зеленочувствительном слое и красные — только в красночувствительном слое.

Каждое однокрасочное негативное изображение также должно было бы регистрироваться только в одном из трех частичных светочувствительных слоев позитивной кинопленки.

Для достижения такого цветоделения необходимы кинопленки с частичными слоями, имеющими строго определенную по ширине и расположению зон спектральную чувствительность, и образующих в этих слоях однокрасочные изображения из красителей, поглощающих излучения лишь одной спектральной зоны.

В действительности частичные светочувствительные слои кинопленок имеют сенсибилизацию и красители с побочными спектральными свойствами (рис. 11.19 и 11.20). В результате этих побочных свойств возникают ц в е т о д е л и т е л ь н ы е и с к а ж е н и я.

§ 13. Структурометрия

Структурометрия позволяет характеризовать кинопленки по зернистости, по воспроизведению мелких деталей и по резкости края у крупных деталей изображения.

При испытаниях кинопленок определяют следующие структурометрические характеристики: зернистость, ореольность, разрешающую способность, резкость, остроть и частотно-контрастную характеристику.

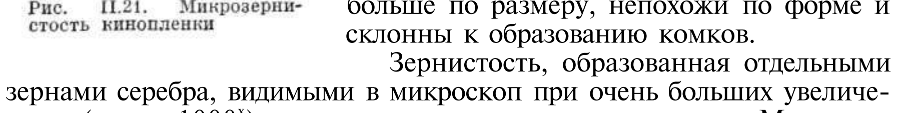


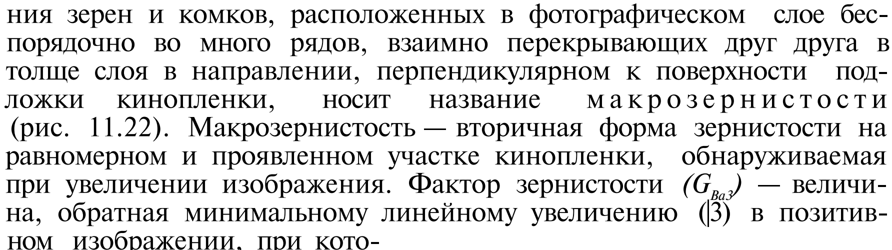
Рис. II.21. Микрозернистость кинопленки

З е р н и с т о с т ь — визуально обнаруживаемая на кинопленках структура (пятнистость) на изображении однородной **и** равномерно экспонированной детали объекта съемки.

В процессе проявления кинопленок микрокристаллы галогенида серебра превращаются в з е р н а металлического серебра. Серебряные зерна представляют собой, как правило, клубки нитей толщиной около 10 нм. В отличие от геометрически правильных микрокристаллов зерна больше по размеру, непохожи по форме и склонны к образованию комков.

Зернистость, образованная отдельными зернами серебра, видимыми в микроскоп при очень больших увеличениях (около 1000^x), названа м и к р о з е р н и с т о с т ь ю. Микрозернистость — первичная форма зернистости. Оценивается она средним размером зерен металлического серебра, образующего изображение (рис. **11.21).**

Зернистость, возникающая в процессе проявления за счет слия-



ния зерен и комков, расположенных в фотографическом слое беспорядочно во много рядов, взаимно перекрывающих друг друга в толще слоя в направлении, перпендикулярном к поверхности подложки кинопленки, носит название м а к р о з е р н и с т о с т и (рис. 11.22). Макрозернистость — вторичная форма зернистости на равномерном и проявленном участке кинопленки, обнаруживаемая при увеличении изображения. Фактор зернистости $(G_{Ваз})$ — величина, обратная минимальному линейному увеличению (β) в позитивном изображении, при котором наблюдатель обнаруживает макрозернистость, присущую негативному изображению:

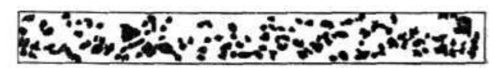


Рис. II.22. Макрозернистость кинопленки

$$G_{виз} = \frac{\text{const}}{\beta}.$$

Д и н а м и ч е с к о й зернистостью называют такую, которую видно на экране из-за несовпадения зернистой структуры одинаковых изображений, последовательно налагаемых при проекции фильма. Фактор динамической зернистости (G_{Aim}) — величина, обратная минимальному угловому увеличению *{г)* изображения на экране, при котором наблюдатель обнаруживает временные флуктации яркости, присущие движущемуся изображению при проекции фильма:

$$G_{дин} = \frac{\text{const}}{r}.$$

Зернистость присуща не только черно-белым, но и цветным кинопленкам. Объясняется это тем, что пространственное распределение красителей в слоях обусловлено структурой первичного изображения, состоявшего из серебряных зерен, полученных при проявлении цветных кинопленок.

Оценку динамической зернистости, характеризующей изображение в фильме, наиболее часто ведут по показателю минимального расстояния между наблюдателем и экраном, на котором зернистость изображения почти неразличима. Величину минимального расстояния устанавливают по среднему числу, полученному при рассматривании изображения несколькими наблюдателями при строго определенных условиях кинопроекции.

Методы, основанные на субъективной оценке зернистости, трудоемки и часто приводят к неверным выводам. Поэтому распространение нашли методы, использующие измерительные приборы. Они позволяют получить более точную характеристику неоднородности фотографического слоя, названную г р а н у л я р н о с т ь ю (а).

Для измерения гранулярности кинопленки пользуются методикой, заимствованной из техники радиоэлектроники и телевидения. Существуют различные методы оценки гранулярности. Отечественный метод заключается в следующем: образец кинопленки экспонируют в сенситометре, модулятор которого не имеет структурного

строения. После фотографической обработки кинопленки, проявленной до заданной контрастности, гранулограмму промеряют на микрофотометре при равномерном перемещении относительно нормируемой щели прибора, например 400—2000 мкм^2. Затем определяют гранулярность и строят кривую зависимости a —$f(D)$. Эта кривая позволяет определить гранулярность для различных плотностей, так, для $D=D_0+0,85$ $\sigma=0,25$. Чем меньше показатель G, тем лучше качество кинопленки по гранулярности.

Иногда гранулярность кинопленки показывают в логарифмическом масштабе.

О р е о л — почернение, образуемое рассеянием света в светочувствительном слое или отражением света от подложки кинопленки (рис. 11.23). Ореольность — величина, характеризующая ореол кинопленки.

Рис. II.23. Схема образования ореолов у кинопленки: 1 — светочувствительный слой, 2 — подложка, 3 — ореол отражения, 4 — ореол рассеяния

Почернение, возникшее от действия света, рассеянного в светочувствительном слое при воспроизведении ярких деталей объекта съемки, называют о р е о л о м р а с с е я н и я. Он представляет собой размытую кайму, окружающую яркие детали изображения. В позитиве этот ореол создает впечатление, что яркая деталь излучает свет и не имеет резкого края.

Почернение, возникшее от действия света, отраженного подложкой кинопленки, называют о р е о л о м о т р а ж е н и я.

Вид ореола и его плотность зависят от многих факторов, например от свойств светочувствительного слоя: чем крупнее микрокристаллы галогенида серебра, тем сильнее они рассеивают свет в боковом направлении; чем больше мутность и толщина светочувствительного слоя, тем меньше он пропускает света и больше оказывается плотность ореола. Влияет на степень ореола экспозиция при съемке: чем она больше, тем сильнее рассеивается свет микрокристаллами галогенида серебра; чем ярче деталь, тем больше света отражается подложкой кинопленки и выше плотность ореола.

Предложены различные способы определения ореольности кинопленки:

п о и з о б р а ж е н и ю п о д о п т и ч е с к и м к л и н о м. Для этого светочувствительный слой экспонируют под оптическим клином, закрытым черной бумагой или станиолью с узкой продольной прорезью. После фотографической обработки кинопленки на сенситограмме отсчитывают порог почернения и порог начала ореола в относительных значениях светочувствительности. Частное от деления этих двух значений дает относительную величину противоореольности;

п о и з о б р а ж е н и ю к р а я л е з в и я б р и т в ы (рис. II.24).

Светочувствительный слой кинопленки, частично закрытый лезвием бритвы, равномерно экспонируют и подвергают фотографической обработке. Изображения края лезвия, находящегося в контакте со светочувствительным слоем, как правило, оказывается нерезким. Микрофотографические снимки или микроденситометрические кривые этого изображения позволяют определить противоореольные свойства кинопленки, т. е. ее резкость.

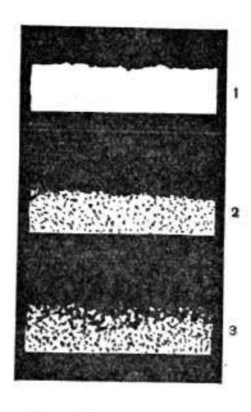


Рис. II.24. Определение резкости по изображению края лезвия на кинопленке: 1 — малочувствительная, 2 — среднечувствительная, 3 — высокочувствительная

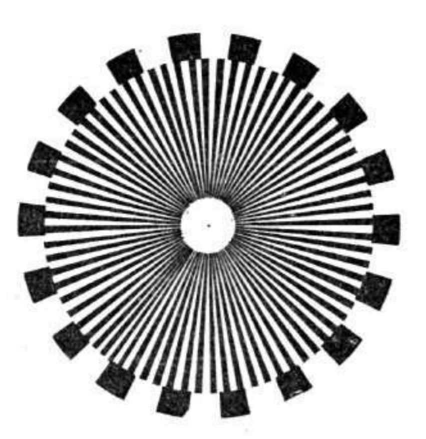


Рис. II.25. Мира для определения разрешающей способности и частотно-контрастной характеристики кинопленки

Р а з р е ш а ю щ а я с п о с о б н о с т ь — способность кинопленок воспроизводить мелкие детали объекта съемки.

Для определения разрешающей способности на испытуемую кинопленку фотографируют м и р у (рис. 11.25). Как правило, кинопленку экспонируют в специальных приборах — р е з о л ь в о м е т р а х, оптическая система которых обеспечивает равномерное освещение миры и точную установку объектива на резкость. Эта система должна иметь разрешающую способность значительно выше, чем у испытуемой кинопленки.

Кинопленка, экспонированная в резольвометре с несколькими дозированными экспозициями и затем фотографически обработанная, называется р е з о л ь в о г р а м м о й. Она содержит ряд изображений миры. Кинопленку проявляют до контрастности, нормированной для данного вида материала.

Резольвограмму рассматривают в микроскоп при небольшом увеличении ($40-100^{x}$). Степень увеличения обусловлена применяемой методикой испытания. Величина разрешающей способности кинопленки определяется той группой линий, в которой они еще различаются. Кривая зависимости разрешающей способности от экс-

позиций, действовавших на кинопленку, позволяет определить ее резольвометрическую широту и максимальное число.

Черно-белые кинопленки характеризуются одним числом *R*, цветные — четырьмя; *R* — общая разрешающая способность при источнике света, предназначенном для испытуемой кинопленки; R_c, $R_з$, $Л_к$ — разрешающая способность каждого из светочувствительных слоев, полученная за синим, зеленым и красным светофильтрами.

Частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) — свойство кинопленки воспроизводить мелкие детали фотографическим слоем. Эта характеристика связана со светорассеянием в светочувствительном слое кинопленки.

Есть несколько методов определения ЧКХ кинопленки. Различаются они по типу миры, уровню освещенности, условиям проявления, математической обработке результатов измерения и др. Пока методы трудоемки, сложны и не всегда показатели, полученные разными методами могут быть взаимно переводимыми.

Отечественный метод определения ЧКХ предусматривает съемку миры, используемой в резольвометре. Съемка ведется в специальном приборе, обеспечивающем точную наводку объектива на резкость и равномерное освещение миры. Экспонированную кинопленку подвергают фотографической обработке при режимах, установленных для данного материала. Полученную регистрограмму промеряют на микрофотометре, и получают кривую зависимости коэффициента *(T)* передачи контраста от пространственной частоты миры (V). Чем больше показатель *T* при одной и той же частоте, тем выше качество кинопленки по ЧКХ.

У цветной кинопленки обычно оценивается ЧКХ двух слоев: зелено- и красночувствительного.

Зарубежные фирмы в большинстве случаев дают кривые ЧКХ в логарифмическом масштабе.

Информационная емкость (/) — максимальное количество информации, которая может быть зарегистрирована кинопленкой на единице площади изображения.

Для оценки информационной емкости кинопленки есть разные методы, например сенсирезольвометрический. По этому методу с помощью сенситометра на кинопленку печатают миры различного контраста. "Миры могут состоять из штрихов с частотой от 1,25 до 2 $мм^{-1}$ и фугур разпой формы и таких размеров, которые можно вписать в круг диметром 2,5 мм. После экспонирования и проявления кинопленки на каждом поле сенсирезольвограммы кроме миры окажется изображение мелких фигур. Рассматривая сенсирезольвограмму в микроскоп, определяют число линий на миллиметр, при которых еще воспроизводятся мелкие детали.

[4] Острость — показатель субъективно воспринимаемой резкости контуров изображения.

Почти все предложенные методы оценки остроты основаны на сложных математических расчетах, требующих специальной аппаратуры и трудоемких операций. Поэтому остроту измеряют, как правило, при научно-исследовательских работах, посвященных свойствам кинопленок и процессам, в которых они используются.

Структурометрические характеристики зависят от очень многих свойств кинопленок, таких, как размер, форма микрокристаллов галогенида серебра, их размещения в светочувствительном слое и упаковки в слое, от химического состава микрокристаллов и связующей среды, от степени противоореольной защиты кинопленки и других. На структурометрические характеристики оказывают влияние процессы экспонирования, проявления, печатания и проекции изображения.

Оценка по изображению тест-объекта. В некоторых студиях вместо сенситометрического испытания кинопленки или параллельно с ним оценивают ее свойства по изображению специального тест-объекта.

Тест-объект, в большинстве случаев состоит из ряда предметов, различных по цвету и размеру. В центре тест-объекта помещается человек, часто— двое: мужчина и женщина; в случае съемки одного человека предпочтение отдается мужчине, так как по изображению мужского лица легче оценить качество цветного изображения. Рядом располагают миру в виде полосы, состоящей из линий с постепенно изменяющейся частотой. Ниже миры помещают таблицу, содержащую несколько ахроматических ступеней, от черных до белых. Наиболее распространена восьмиступенная таблица с постоянной константой 0,3. Тогда ее ступени отличаются друг от друга по экспозиции в два раза.

Во время съемки на испытуемую кинопленку тест-объект должен быть освещен равномерно светом со спектральным составом, отвечающим виду кинопленки, т. е. иметь $T_{c=}$ 5500 или 3200 К. Обычно тест-объект экспонируют при нескольких диафрагмах объектива, чтобы получить экспонограмму. После фотографической обработки кинопленки, проведенной в производственных условиях, в экспонограмме выбирают оптимальное изображение и по нему определяют свойства кинопленок.

Иногда на испытуемой кинопленке фотографируют диапозитив, применяемый на телевидении. Цветной диапозитив имеет набор цветных деталей, миру в виде полос с постепенно изменяющейся частотой и таблицы с несколькими ахроматическими ступенями, с константой 0,15 и общим интервалом яркостей 1 : 3, что соответствует интервалу яркостей среднего объекта съемки. Во время съемки диапозитив равномерно освещается с задней стороны через матовое стекло двумя лампами, имеющими спектральное излучение $T_{c=}$ 5500 или 3200 К в зависимости от вида испытуемой кинопленки.

Оценивают кинопленку по позитивному изображению. Поэтому, если проверяется негативная кинопленка, то оптимальный по плотности негатив рассматривают в цветоанализаторе (§ 25) или с оптимального негатива в экспонограмме изготовляют ряд позитивов на сбалансированной кинопленке и обрабатывают в производственных условиях.

По портрету и цветным деталям в позитиве устанавливают:

качество кинопленки по цветовоспроизведению, по количеству воспроизведенных ступеней таблицы — градационные характеристики, по мире — разрешающую способность, по оптически увеличенной ступени таблицы — зернистость, по плотности ступеней — светочувствительность.

Изображение таблицы с ахроматическими ступенями позволяет оценить кинопленку по балансу частичных слоев. При субтрактивном синтезе изображения серые ступени будут воспроизводиться серыми в том случае, когда однокрасочные изображения строго согласованы по плотности и градационным характеристикам. Если все ступени таблицы оказались одинаково окрашенными, то это означает, что нарушен баланс по светочувствительности частичных слоев. Несогласованность характеристических кривых по прямолинейному участку, например, в зеленочувствительном слое использован лишь прямолинейный участок, а в двух других слоях и криволинейные, создает изображение цветоискаженным, особенно на деталях, экспонированных на криволинейных участках характеристических кривых.

§ 14. Физико-механические свойства кинопленок

При оценке физико-механических свойств кинопленок определяют: нанос слоев на подложку, состояние поверхностей, температуру плавления слоев, ударную прочность, скручиваемость, хрупкость, износостойкость, сопротивляемость фрикциям и заряду электростатическим электричеством. Наиболее важными из них являются следующие характеристики:

нанос слоев на подложку — проверяют по образцам из рулонов кинопленки. Одни образцы просматривают при белом освещении на монтажном столе, иногда на экране. Другие образцы склеивают в рулон и производят равномерную засветку: кинопленки для съемки — в съемочном аппарате, кинопленки для печатания — в копировальном аппарате, до нормированной плотности, например, в пределах 1,0—2,0. Засвеченные образцы обрабатывают в проявочной машине при режиме, установленном для данного вида кинопленки. После фотографической обработки образцы просматривают на монтажном столе и на экране.

Образцы не должны иметь по ширине и длине рулона: полос на светочувствительном слое и на подложке; неровного наноса светочувствительного слоя на подложку, приводящего к изменению плотности или цвета; пузырьков; подслойных и наружных царапин; загрязнений в светочувствительном слое и подложке; отслаивания светочувствительного слоя от подложки или его пузырения; перфорационной пыли.

Температура плавления светочувствительного слоя определяется по следующей методике: на светочувствительный слой образца кинопленки наносят мягким карандашом сетку. После чего образец помещают на 10 мин в дистиллированную воду с температурой 18—20°. Набухший образец подвешивают в стакане с водой, которую нагревают со скоростью повышения температуры на 1° в минуту. При этом нижний конец термометра должен находиться на уровне середины заштрихованного участка образца, полностью погруженного в воду. Начало плавления оценивают по появлению первых струек расплавленной эмульсии или по искривлению прямых линий сетки. Температуру плавления определяют с точностью до 1°. За результат испытания принимают среднеарифметическое значение двух параллельных определений.

Ударная прочность кинопленки оценивается так: в зависимости от размера кинопленки ножом вырезают в продольном направлении несколько образцов шириной 5, 10 или 15 мм и длиной 200—210 мм. Образцы помещают на 16—20 ч в эксикатор с относительной влажностью 65%. После чего на образцах с помощью маятниковых или других подобных приборов определяют ударную прочность кинопленки. За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение величин ударной прочности у всех образцов, при условии что ни одна из величин не вышла за пределы ±40% от среднеарифметического.

Скручиваемость, хрупкость, микротвердость, износостойкость, фрикционные характеристики и диэлектрические свойства определяют с помощью специальных приборов и методов, часто неодинаковых на разных предприятиях.

§ 15. Размеры кинопленок

Размеры кинопленок характеризуют ширину кинопленок, расположение перфорационных отверстий, их форму, расстояние от края да ближайшей кромки перфорации и другие свойства.

Погрешности в размерах кинопленки могут быть причиной неполноценного изображения, а часто и полного брака при съемке, печатании и проекции фильмовых материалов. Изображение может оказаться нерезким, неустойчивым на экране, кинопленки могут

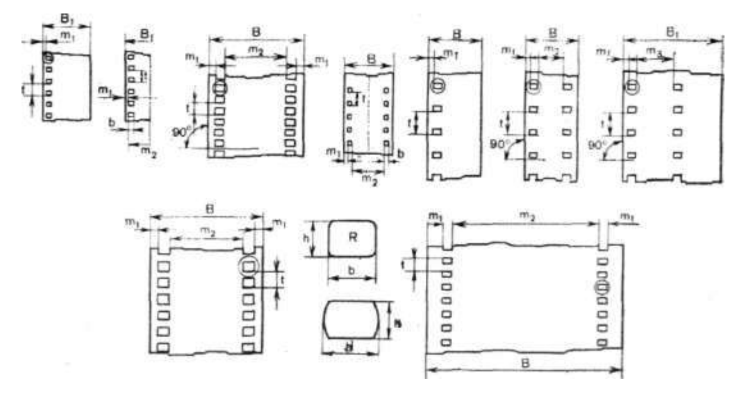


Рис. 11.26. Основные размеры кинопленки

Таблица 4

Размеры кинопленок при выпуске с завода по ГОСТу (мм)

Обозначение ширины кинопленки, мм	Ширина кинопленки (*B*)	Шаг перфорации (*t*)	Ширина перфорации (*b*)	Высота перфорации (*h*)	Расстояние от края до ближайшей кромки перфорации (m_1)	Расстояние между перфорациями (m_2)	Радиус округления перфорации (*R*)
8	7,975±0,03	3,81±0,01	1,83±0,01	1,27=0,01	0,90±0,05	—	0,25
8S	7,975±0,03	4,234±0,01	0,914±0,01	1,143±0,01	0,51±0,05	—	0,13
2×8	15,95±0,03	3,81±0,01	1,83±0,01	1,27±0,01	0,90±0,05	10,49±0,03	0,25
2×8S	15,95±0,03	4,234±0,01	0,914±0,01	1,143±0,01	0,51±0,05	13,10±0,03	0,13
16	15,95+0,040 −0,020	7,62±0,01	1,83±0,01	1,27±0,01	0,90±0,05	—	0,25
16 (с двусторонними перфорациями)	15,95+0,04 −0,02	7,22±0,01	1,83±0,01	1,27±0,01	0,90±0,05	10,49±0,03	0,25
2×16	31,95+0,02 −0,03	7,22±0,01	1,83±0,01	1,27±0,01	0,90±0,05	15,98±0,03	0,25
35	34,975—0,025	4,75±0,01	2,80+0,005 —0,015	1,98±0,01	2,01±0,05	25,37±0,05	0,5
70	69,95±0,05	4,75±0,01	2,80±0,01	1,98±0,01	5,47±0,05	53,4±0,05	0,5

рваться или трудно транспортироваться в аппаратах и т. д. Поэтому все размеры кинопленок строго нормированы.

К нормированным размерам кинопленок относятся (рис. 11.20): ширина кинопленки *(B)*, шаг перфорации *(t)*, ширина перфорации *(Ь)*, высота перфорации *(h)*, расстояние от края до ближайшей кромки перфорации (mi), расстояние между перфорациями (w_2), шахматное смещение перфорации *(q)*, радиус скругления отверстия перфорации (/?).

Контроль размеров кинопленок осуществляют контактными или оптическими измерительными приборами с погрешностью не более 0,002 мм.

Пробы кинопленок для контроля размеров отбирают из рулонов с ненарушенной заводской упаковкой. От каждого из отобранных рулонов из любого участка отрезают два образца длиной не менее 1,5 м каждый. Перед контролем образцы выдерживают в помещении с кондиционированным воздухом или в эксикаторе при температуре 18—25°С и относительной влажности 65±5% в течение 16—20 часов. Измерения проводят в помещении с теми же термогигрометрическими параметрами воздуха.

Контроль размеров *t, b, h, m* должен проводиться на каждом образце измерением параметров всех последовательных перфораций; размер *t* не менее чем на пяти перфорациях; размеры *b, h, Ш* не менее чем на четырех перфорациях; размеры *B, q, тч* не менее чем на двух участках образца. За результат измерений принимается среднеарифметическое из количества промеров. Шахматное смещение перфораций контролируют относительно перпендикуляра к краю кинопленки, восстановленного при помощи прибора с точностью 90±1°.

Размеры кинопленок в процессе их хранения или обработки мо« гут меняться.

Глава III НЕГАТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

Негативный процесс — процесс получения негативного изображения, шкала плотностей которого противоположна шкале яркостей объекта съемки.

В негативе черно-белое изображение образовано металлическим серебром, цветное изображение — красителями, дополнительными по окраске к цвету деталей объекта съемки.

Негативный процесс включает съемку на негативную кинопленку, ее фотографическую обработку, монтаж и контроль негатива. Этот процесс является начальным звеном двухстадийного негативно-позитивного процесса, наиболее широко распространенного при производстве фильмов.

§ 16. Негативные кинопленки

Черно-белые негативные кинопленки, как правило, имеют одинаковую контрастность *(у* = 0,65 или g = 0,57—0,65) и оптическую сенсибилизацию до 600—670 им.

Черно-белые Негативные кинопленки изготовляют со следующими характеристиками:

малой светочувствительности (22 ед. ГОСТ) для съемки при естественном освещении. Разрешающая способность малочувствительных кпнопленок не менее 120 $мм^{-1}$; среднеквадратичная гранулярность — не более 2,9; частотно-контрастная характеристика — не менее 0,73; протп'воореольность — не менее 100; плотность вуали — не более 0,06. Эти характеристики позволяют получать отличное по зернистости и резкости изображение, особенно пригодное для крупных портретов и для фонов, используемых .при комбинированных съемках;

средней светочувствительности (65 ед. ГОСТ) для съемки объектов, ярко освещаемых естественным или искусственным светом. Разрешающая способность среднечувствительных кинопленок — не менее 110 $мм^{-1}$; среднеквадратичная гранулярность — не более 3,3; частотно-контрастная характеристика — не менее 0,70; противоореольность — не менее 100; плотность вуали — не более 0,08. На этих кинопленках получают очень хорошие негативы по зернистости и резкости изображения;

высокой светочувствительности (180 ед. ГОСТ) являются универсальными для съемок большинства объектов. Разрешающая способность высокочувствительных кинопленок — не менее 90 $мм^{-1}$; среднеквадратичная гранулярность — не более 4,8; частотно-контрастная характеристика — не менее 0,60; противоореольность — не менее 100; плотность вуали — не более 0,10.

наивысшей светочувствительности (350 ед. ГОСТ и выше)' применяются для съемки при малой освещенности, а также при съемке объектов, требующих сильного диафрагмирования объектива, при высокочастотной съемке и при прочих сложных условиях. Разрешающая способность кинопленок наивысшей светочувствительности— не менее 75 $мм^{-1}$; среднеквадратичная гранулярность — не более 0,8; частотно-контрастная характеристика — не менее 0,55; противоореольность — не менее 100; плотность вуали — не более 0,18. Повышенная зернистость и пониженная резкость ограничивают применение этих кинопленок, особенно при контратипировании изображения (§ 36). Фрагменты на таких кинопленках плохо монтируются с изображением, полученным на мелкозернистых кинопленках.

В игровые фильмы иногда в целях создания впечатления о хроникальности сюжета включают фрагменты, сделанные на крупнозернистых кинопленках. Форсированное проявление этих кинопленок еще больше усиливает зернистость изображения.

Разделение кинопленок на указанные выше группы условно. По мере совершенствования технологии производства кинопленок светочувствительность их повышается, улучшаются и другие фотографические характеристики. В табл. 5 приведены характеристики наиболее распространенных черно-белых кинопленок.

Особым видом кинопленок являются инфрахроматические, которые помимо собственной спектральной чувствительности галогенидов серебра дополнительно сенсибилизированы к инфракрасному излучению. Это излучение относится к весьма узкому участку инфракрасного спектра. Поэтому на этих кинопленках невозможна съемка объектов, излучающих только тепловые лучи, длина волн которых значительно больше.

Некоторые инфрахроматические кинопленки, чувствительные к видимой части спектра, имеют пониженную сенсибилизацию к зеленым, желтым и оранжевым лучам (рис. III.1).

Инфрахроматические изображения получают лишь при экспонировании инфракрасными лучами. Для этого во время съемки применяют инфракрасные светофильтры, визуально непрозрачные для глаза. Светофильтры могут быть на объективе съемочного аппарата или на источнике света, освещающем объект. Инфракрасное излучение, прошедшее сквозь светофильтр, должно быть очень интенсивным, чтобы обеспечить необходимую экспозицию для кинопленки.

К этому же виду съемки относят случаи, когда нагретый объект излучает инфракрасные лучи, но еще не дает видимого для глаза красного свечения.

Пейзаж, снятый на инфрахроматическую кинопленку, выглядит иначе, чем при визуальном рассматривании. Зеленая растительность

(в позитиве) становится белой, как бы освещенной лунным светом или покрытой снегом. Такое воспроизведение растительности объясняется тем, что хлорофилл, определяющий ее зеленую окраску, обладает высокой отражательной способностью для инфракрасных лучей, всегда имеющихся в составе дневного света. Инфрахроматические кинопленки предназначаются для съемки в условиях, когда атмосферная дымка мешает фотографированию, например при аэрофотосъемке, съемке в горах и из космоса.

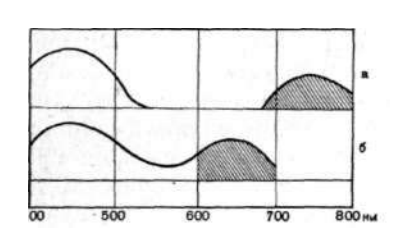


Рис. ГТ1.1. Кривые спектральной чувствительности инфрахроматических кинопленок

Фотографические свойства инфрахроматических кинопленок определяют с помощью сенситометра, источник света которого экранирован инфракрасным светофильтром, рассчитанным на определенную сенсибилизацию, например к излучению до 730, 810 нм и др. Сохраняемость свойств этих кинопленок зависит от условий хранения и, как правило, короче, чем у обычных кинопленок. Фотографическая обработка инфрахроматических кинопленок ведется при режимах, рекомендованных для данного типа материалов.

Съемка в инфрахроматических лучах позволяет получать изображения, не воспроизводимые обычными кинопленками, обнаруживать различие между визуально одинаковыми объектами и т. д. На этих кинопленках получают «лунные» пейзажи, снимаемые днем, изображения, исследующие документы, картины и другие сложные явления в науке и технике.

Черно-белыю негативные кинопленки с изопанхроматической сенсибилизацией не всегда обеспечивают правдивую тонопередачу объектов съемки. Объясняется это тем, что светочувствительный слой воспроизводит различные по цвету, но одинаковые по яркости детали объекта одной и той же плотностью, что делает их плохо различимыми в изображении. Чтобы улучшить различаемость деталей, а также для создания специальных эффектов в изображении во время съемки применяют светофильтры. Они избирательно поглощают лучи света, уменьшают действие некоторых лучей на светочувствительный слой кинопленки и тем самым регулируют внутрикадровую экспозицию при съемке.

Светофильтры на изображении осветляют детали собственного цвета и притемняют детали дополнительного цвета. Действие светофильтра тем сильнее, чем ярче по цвету деталь объекта. Светофильтр может быть из окрашенного в массе стекла, окрашенных тонких пленок (фолий) и двух склеенных стекол, между которыми помещена окрашенная пленка из желатины. Любой светофильтр всегда поглощает какую-то часть света. Чтобы при съемке серых деталей объекта со светофильтром и без светофильтра, изображение на негативе этих деталей оказалось одинаковым по плотности, необходимо увеличить экспозицию, когда съемка ведется со светофильт-

Таблица 5

Черно-белые негативные кинопленки

Производство	Название кинопленки	Светочувствительность ГОСТ 6000 К	ГОСТ 3200 К	DIN 6000 К	DIN 3200 К	ASA 6000 К	ASA 3200 К
Отечественное	НК—1 НК—2 НК—3 НК—4	22 65 180 350	16 45 130 250	14 20 23 26	13 19 22 25	30 80 200 400	25 64 160 320
ORWO	NP—55 NP—7	65 400	45 360	20 27	19 26	80 450	64 400
Kodak	Plus-X 5231/7231	65	45	20	19	80	64
	Double-X 5222/7222	320	180	24	23	360	320
	Double-4X 5224/7224	500	420	31	30	650	560
AGFA-GEVAERT	Gevapan 30 Gevapan 36	65 320	45 250	20 24	19 23	80 360	64 280
FUJIFILM	Super Panchromatic 71112/72112	65	45	20	19	80	64
	Super Panchromatic 71141/72141	130	90	23	22	160	130
	Super Panchromatic 71151/72151	350	250	26	25	320	250
Ильфорд	Super Hypan 2660	180	130	23	22	200	160

ром. Число, показывающее, во сколько раз надо увеличить экспозицию во время съемки со светофильтром, называют кратностью светофильтра. Вместо кратности часто указывают, на сколько следует раскрыть диафрагму объектива при съемке со светофильтром.

Светофильтры можно разделить на:

бесцветные — непрозрачные для ультрафиолетовых излучений и одинаково прозрачные для всего видимого спектра. Такие светофильтры применяют при съемке снежных пейзажей, в горах, на море, в космосе и т. д. Степень действия ультрафиолетовых излучений зависит от высоты над уровнем моря, чистоты воздуха и других причин. Как правило, чем выше в горах, тем активнее ультрафиолетовое излучение. Поэтому применение бесцветных светофильтров во время съемки особенно на высоте больше 2000 м обязательно. С таким светофильтром небо на изображении горного пейзажа получается светло-серым, а не совершенно белым, как при съемке без светофильтра;

желтые — частично или полностью непрозрачные для фиолетовых, синих и голубых лучей. Степень поглощения лучей зависит от плотности светофильтра. Желтые светофильтры при съемке пейзажа ослабляют лучи синего неба и улучшают воспроизведение облаков. При съемке зимнего пейзажа, освещенного солнцем, можно получить отличное изображение с проработанными тенями на снегу. Воздушная дымка небольшой плотности легко устраняется желтым светофильтром. Он смягчит контраст, если тени на лице освещены желтоватым светом, отраженным от стены дома, асфальта, земли и других поверхностей, защищенных от света неба навесом, широкой шляпой и т. д.

Применение желтых светофильтров летом в полдень усиливает контраст в изображении. Этими светофильтрами почти не пользуются при съемке в лесу, так как они, не оказывая влияния на воспроизведение зеленой растительности, существенно изменяют передачу неба. Лишь при съемке людей в лесу желтые светофильтры несколько снижают контраст освещения лица и улучшают воспроизведение фактуры кожи. Желтые светофильтры, особенно плотные, при высокогорных съемках дают изображение с черным небом;

зеленые и желто-зеленые светофильтры имеют кривую спектрального пропускания, близкую к кривой спектральной чувствительности глаза, что делает эти светофильтры наиболее применяемыми. Они особенно пригодны для съемки пейзажей с богатой зеленой растительностью, которую воспроизводят в светлых, хорошо различимых тонах. При портретной съемке эти светофильтры подчеркивают загар кожи, оттеняют губы, но несколько искажают передачу голубых глаз;

оранжевые — пропускают немного зеленых, оранжевые и красные лучи, поэтому детали объекта, имеющие эти цвета, будут на изображении светлыми. Оранжевыми светофильтрами пользуются во время съемки зимнего пейзажа в солнечную погоду, чтобы получить мягкие тени на снегу. В середине дня зимой такие светофильтры повышают контраст в изображении. Оранжевые светофильтры

устраняют воздушную дымку при съемке удаленных объектов. Однако отсутствие воздушной дымки может сделать изображение сухим с излишней резкостью деталей. Эти светофильтры подчеркивают облачность, часто воспроизводя небо грозовым, если оно было синим. При портретной съемке оранжевые светофильтры скрадывают веснушки и пятна на коже, но лицо будет казаться бледным. При съемке с оранжевым светофильтром светло окрашенные здания хорошо выделяются на фоне голубого неба, которое воспроизводится темным;

красные — прозрачны лишь для красных лучей, так как почти полностью поглощают другие видимые лучи. В результате детали, имеющие эти цвета, на изображении получаются излишне темными, а красные — чрезмерно светлыми, что часто приводит к значительному тоноискажению объекта.

Например, при съемке пейзажа на изображении небо может оказаться черным с резко выделяющимися облаками. Эти светофильтры во время съемки удаленных объектов устраняют действие воздушной дымки, в результате чего на изображении появляются детали, обычно не различимые глазом.

Применение красного светофильтра при портретной съемке позволяет скрыть веснушки и пятна на коже человека. Однако губы на портрете окажутся плохо различимыми, поэтому в подобных случаях пользуются коричневым гримом или губной помадой. При съемке с красными светофильтрами холодные цвета — фиолетовый, голубой и синий — воспроизводятся очень темными, наоборот, теплые тона — желтый, оранжевый и красный — очень светлыми;

голубые — понижают действие желтых, оранжевых и красных лучей на кинопленку. Эти лучи тем больше поглощаются, чем длиннее их волны. Голубые светофильтры усиливают впечатление дымки в пейзаже и позволяют получать изображение с пониженным контрастом. Например, утром и вечером голубые светофильтры, поглощающие длинноволновую часть спектра, уменьшают яркость солнца, что эквивалентно увеличению яркости наземных деталей, в результате изображение получается менее контрастным;

поляризационные — устраняют или ослабляют отражения и рефлексы от стекла, эмали, пластмассы, асфальта, жидкостей и других неметаллических поверхностей. Пользуясь поляризационным светофильтром, можно совсем убрать или уменьшить блик от стекол очков, мешающих видеть глаза; отражение неба в оконных стеклах зданий или на воде; рефлексы, затрудняющие рассматривание застекленных картин или вещей в витринах, и т. д. При съемке пейзажа — затемнить небо, сделать более четкими облака, повысить насыщенность цвета неба, изменить яркость отдельных деталей в объекте.

Степень гашения поляризованного света зависит от положения светофильтра относительно отражающей поверхности. Максимальным затемнение будет тогда, когда солнце находится под прямым углом к оптической оси объектива; наименьшим — при съемке против солнца, по направлению солнечных лучей и когда небо покрыто об-

лаками. На степень затемнения неба оказывает влияние атмосфера и положение солнца во время съемки, так как при съемке на кинопленку действует неполяризованный рассеянный небом свет, которого может быть около 15% даже при максимальном затемнении светофильтром. Поляризационные светофильтры имеют светонропускание от 32 до 40% и кратность от 2,8 до 4.

Цветные негативные кинопленки обычно сбалансированы на освещение объекта съемки источниками света с $Г_с = 3200$ К.

Большинство цветных негативных кинопленок, сбалансированных к $7^Г_С = 3200$ К, имеют общую светочувствительность порядка 100 ед. ГОСТ.

Помимо общей светочувствительности эти кинопленки оцениваются по следующим характеристикам: баланс светочувствительности ($Б_ч$), коэффициент контрастности всех слоев ($у_с$, v_3, ук), коэффициент контрастности среднего и нижнего слоев, баланс контрастности ($Б_к$), суммарная оптическая плотность вуали и маски за светофильтрами (синим, зеленым и красным), общая фотографическая широта *(L),* средний градиент всех слоев *(g),* отношение коэффициента контрастности к среднему градиенту, среднеквадратичная гранулярность за зеленым и красным светофильтрами, частотно-контрастная характеристика зелено- и красночувствительных слоев, уровень маскирования и эффективность светофильтрового желтого слоя.

Отечественная цветная негативная кинопленка (ЛН-8) имеет следующие характеристики: общую светочувствительность — не менее 100 ед. ГОСТ; баланс светочувствительности — не более 2,0; коэффициент контрастности всех слоев — 0,65 ±0,05; баланс контрастности— не более 0,10; суммарная оптическая плотность вуали и маски за синим светофильтром — не более 0,90 ±0,15, за зеленым — 0,50 ±0,10, за красным — 0,30; общая фотографическая шпрота — 1,5; средний градиент всех слоев 0,5—0,65; отношение коэффициента контрастности к среднему градиенту — не более 1,10; среднеквадратичная гранулярность за зеленым светофильтром — не более 2,2, за красным — 2,7; частотно-контрастная характеристика зеленочувствительного слоя —не менее 0,22, красночувствительного — 0,15; уровень маскирования и эффективность светофильтрового слоя: $К_с$0,05—0,10; $К_с^г$ 0,00-0,10; Кз 0,05-0,10; $К_з^Ж$ - не более 0,12.

Есть цветные негативные кинопленки, сбалансированные на освещение объекта источниками света с $Г_с = 6500$ К, например тип ДС-5М. Эта кинопленка имеет общую светочувствительность порядка 32 ед. ГОСТ. Остальные фотографические характеристики близки к показателям, принятым для кинопленки ЛН-8.

При освещении объекта съемки источником света, не совпадающим с цветовой температурой, на которую сбалансирована цветная негативная кинопленка, например при съемке с дневным освещением на кинопленке, сбалансированной к 7*0 = 3200 К, используют светофильтр: отечественный ОС-6, фирмы KODAK-WRATTN = 85, AGFA-GEVAERT = СТО-12 и др. В ряде случаев источники освещения объекта съемки экранируют цветными светофильтрами, имитирующими нужную цветовую температуру.

Съемка со светофильтром уменьшает количество света, действующего на кинопленку во время экспонирования, и тем самым как бы снижает ее светочувствительность. Например, кинопленка, сбалансированная к 7^ = 3200 К и имеющая 100 ед. ГОСТ, при съемке с источником освещения с $Г_с = 6500$ К и со светофильтром на объективе должна оцениваться как имеющая 65 ед. ГОСТ.

Кинопленки, сбалансированные на различное освещение по цветовой температуре (3200 К и 6500 К), неодинаковы по сенсибилизации светочувствительных слоев и но цветовоспроизведению. Поэтому одни и те же объекты съемки воспроизводятся различными изображениями. Это различие часто сказывается при монтаже фильма.

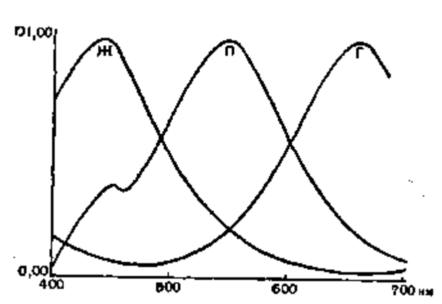


Рис. III.2. Кривые спектрального поглощения красителей цветной кинопленки

Оптическое изображение объекта съемки в цветном негативе фиксируется раздельно в грех светочувствительных слоях. Как было ранее указано, цветной негатив будет иметь правильное цветоделение, если каждое из трех изображений при печатании действует только на один строго определенный светочувствительный слой позитивной кинопленки, т. е. желтый, пурпурный и голубой красители в негативе поглощают лучи соответственно лишь синей, зеленой и красной зон спектра. Применяемые в негативных кинопленках краскообразующие компоненты не позволяют получать красители, полностью отвечающие этому требованию (рис. Ш.2). Пурпурный краситель поглощает лучи не только зеленой, но в некоторой степени и синей зоны спектра; голубой краситель помимо красных лучей имеет паразитное поглощение и в зеленой зоне спектра, почти не сказывающееся на цветоделении при печатании изображения.

Вследствие паразитного поглощения света красителями в негативе во время печатания наряду с полезными изображениями возникают посторонние изображения. Так, пурпурное изображение печатается не только на среднем зеленочувствительном слое позитивной кинопленки (полезное изображение), но и в двух других слоях: там получаются паразитные изображения. Аналогичное явление имеет место при печатании негативного красночувствительного слоя, которое образует наряду с полезным изображением два паразитных изображения в двух других слоях позитивной кинопленки.

В результате паразитных поглощений каждое из частичных цветоделенных негативных изображений оказывается напечатанным в разных слоях позитивной кинопленки. Поэтому объект съемки воспроизводится с заметным цветоискажепием. Так, зеленые, голубые и частично желтые детали объекта приобретают в изображении синий оттенок, пурпурные и красные детали — голубой оттенок и т. д.

Для устранения цветоделительных искажений применяют маскирование, основанное на том, что к частичным цветоделенным негативным изображениям добавляются корректирующие позитивные изображения — маски. Чтобы осуществить маскирование, в светочувствительные слои негативной цветной кинопленки вводят окрашенные краскообразующие компоненты. Эти компоненты после экспонирования и проявления кинопленки в ее слоях образуют частичные негативные изображения из красителей. Оставшиеся количества компонент, которые не пошли на образование красителей, как бы создают частичпые позитивные изображения. В результате каждый фотографический слой будет содержать два изображения: негативное — из красителя и позитивное — из окрашенной краскообразующей компоненты. Характер маскирующего действия изображения из оставшейся окрашенной компоненты зависит от ее окраски и плотности. Например, в зеленочувствительный слой негативной кинопленки вводится желтая компонента, образующая при проявлении пурпурный краситель. Следовательно, в этом слое одновременно с пурпурным негативным изображением присутствует и желтое позитивное изображение. При печатании с такого фотографического слоя желтое позитивное изображение — маска — исключает появление паразитных изображений в цветном позитиве.

Негативные цветные кинопленки имеют два светочувствительных слоя с маскирующими краскообразующими компонентами: зеленочувствительный — с желтой компонентой и красночувствительный — с оранжевой компонентой. Есть кинопленки, у которых светочувствительные слои состоят из двух полуслоев. В этом случае один из полуслоев содержит неокрашенную компоненту, другой — окрашенную, образующую маску.

Недомаскирование негатива не устраняет цветоискажений, перемаскирование приводит к уничтожению полутонов в цветном изображении. Поэтому два изображения (негативное и масочное) подбираются так, чтобы они на определенных участках полностью компенсировали друг друга и образовывали как бы равномерную вуаль (желто-оранжевого цвета), вычитаемую во время печатания за счет соответствующего баланса светочувствительных слоев позитивной кинопленки. Следовательно, контроль за степенью маскирования негатива в процессе обработки цветной негативной кинопленки имеет большое значение. Плотность маски должна быть постоянной у всей обрабатываемой партии негативной кинопленки. Эту плотность кинопленки оценивают по участку, на который не действовал свет.

Характер маскирования оценивают методом, предусмотренным в ГОСТ 19-64—76. Сущность его в определении соотношений приращения эффективных плотностей в зонах вредных поглощений и соответствующих эффективных плотностей в зонах полезных поглощений красителей.

Метод заключается в следующем: в сенситометре образец маскированной кинопленки экспонируют на трех участках. Каждый участок экспонируют под узкозональным светофильтром, обеспечивающим получение цветоделенной сенситограммы с величиной полезной плот-

Таблица 6

Цветные негативные кинопленки

Производство	Название кинопленки	Размер кинопленки, мм	Светочувствительность: ГОСТ, 6000 К	ГОСТ, 3200 К	DIN, 6000 К	DIN, 3200 К	ASA, 6000 К	ASA, 3200 К	Рекомендуемый процесс обработки
Отечественное	ДС-5М ЛН-7 ЛН-8	35/16 35/16 35/16	32 45 64	22 65 100	17 19 20	16 20 21	40 50 64	30 80 100	ЦН ЦН ЦН
ORWO	NC-3	35/16	45	65	19	20	50	80	5186
KODAK	Eastman Color I 5254/7254	35/16	64	100	20	21	64	100	ECN-1
	Eastman Color II 5247/7247	35/16	64	100	20	21	64	100	ECN-2
AGFA-GEVAERT	Gevacolor — 680	35/16	64	100	20	21	64	100	ECN-1
FUJIFILM	Fujicolor 8517/8527	35/16	64	100	20	21	64	100	ECN-2
3M	CR 64 CR 160 CR 250	16 16 16	22 45 90	16 65 65	15 19 21	14 20 20	32 64 125	25 80 100	— — —

ности, близкой к величине полезной плотности неэкспонированного образца (Амин) и на 10—15 полях этой же сенситограммы — полезные плотности от Ашга до Дмин+1,ь Фотографическая обработка сенситограмм должна соответствовать режимам, установленным для испытуемой кинопленки.

Цветоделенная сенситограмма (желтая, пурпурная и голубая) промеряется на денситометре поочередно под тремя светофильтрами.

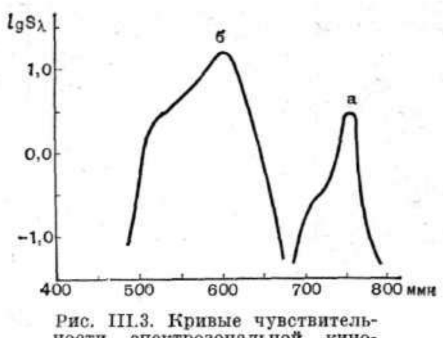


Рис. III.3. Кривые чувствительности спектрозональной кинопленки: *а* — верхний слой, *б* — нижний слой

По результатам измерений на миллиметровой бумаге строят кривые, придерживаясь следующего правила: на оси абсцисс отмечают плотности в зонах полезных поглощений с красителем ($П_п$ол): в синей зоне — для желтой сенситограммы ($D_с$), в зеленой — для пурпурной сенситограммы ($D_з$), в красной—для голубой сенситограммы ($D_к$), По оси ординат отмечают соответствующие им плотности в зонах вредных поглощений красителей ($D_в$р): в зеленой и красной зонах — для желтой сенситограммы ($D_з$, $D_к$), в синей и зеленой — для голубой сенситограммы ($D_с$, $D_з$).

В табл. 6 приведены наиболее распространенные цветные кинопленки.

Особым видом цветных негативных кинопленок являются спектрозональные. В большинстве случаев такие кинопленки имеют два различно сенсибилизированных слоя, например верхний инфрахроматический с максимальной чувствительностью к излучению 740 нм и нижний — ортохроматический или панхроматический, максимально чувстительный соответственно к излучению 550 или 650 нм (рис. III. 3).

В светочувствительные слои введены разные по природе краскообразующие компоненты, создающие после фотографической обработки цветоделенные изображения. В позитиве с такого негатива красные детали объекта съемки могут оказаться зелеными, зеленые — пурпурными и т. д.

Спектрозональные кинопленки позволяют получать не только иреальные по цвету изображения, но и расшифровывать неразличимые для глаза объекты, если одни из них отражают инфракрасные лучи, а другие — видимые. Съемка на эти кинопленки в зависимости от

их строения ведется через желтый, оранжевый или красный светофильтры. Такими кинопленками пользуются для создания сказочных сюжетов и других необычных изображений в фильме.

§ 17. Гиперсенсибилизация и латенсификация кинопленок

Светочувствительность черно-белых и цветных негативных кинопленок можно повысить специальной обработкой.

Повышение светочувствительности кинопленок до съемки называется гиперсенсибилизацией.

Повышение светочувствительности кинопленок после съемки называется латенсификацией.

Гиперсенсибилизацию и латенсификацию осуществляют разными способами, например купанием кинопленок в воде и в специальных растворах, обработкой парами ртути и действием света (засветкой) на кинопленку.

Купание кинопленки в воде и в растворах применяют редко, так как практически трудно выполнить такую операцию и сушку без риска повредить светочувствительный слой. Кроме того, кинопленки после такой обработки быстро вуалируются.

При обработке парами ртути кинопленку помещают в герметически закрытый сосуд с ртутью. В этом сосуде кинопленку выдерживают при комнатной температуре несколько дней, а при повышенной температуре — несколько часов. Ртутью пользуются редко из-за токсичности процесса и нестабильности результатов.

Наибольшее распространение нашли процессы, использующие действие света на кинопленку. Засветку ведут различными аппаратами, обеспечивающими равномерное и строго дозированное действие света на светочувствительный слой кинопленки. Например, для засветки применяют различные перемоточные устройства, копировальные аппараты с непрерывным движением кинопленки и т. д. Необходимо лишь, чтобы в этих устройствах можно было регулировать скорость транспортирования кинопленки и количество света.

Полагают, что при гиперсенсибилизации свет, действуя на микрокристаллы галогенида серебра, повышает светочувствительность их центров. Во время латенсификации свет доращивает субцентры скрытого изображения до центров проявления.

Эти процессы могут быть выполнены: длительной засветкой (несколько минут) малым количеством света и, наоборот, короткой засветкой (доли секунды) большим количеством света. Предпочтение отдают засветке, осуществляемой малым количеством света при длительном его действии.

Действие гиперсенсибилизации и латенсификации в основном сказывается на нижней части характеристических кривых кинопленок. Они становятся более светочувствительными и менее контрастными (рис. III. 4). Приобретенные свойства сохраняются недолго. Поэтому засвеченные до съемки кинопленки следует использовать как можно быстрее; также нельзя хранить кинопленки, засвеченные

после съемки, — их необходимо обработать непосредственно после экспонирования. Есть сведения, что эффект засветки кинопленок сохраняется несколько часов. Наибольший эффект засветки будет в том случае, если кинопленки проявляют до контрастности, меньшей максимальной для данного типа.

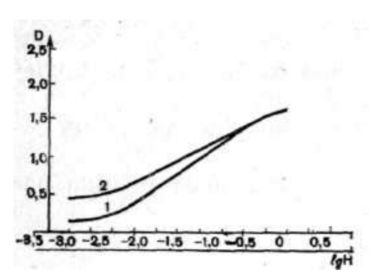


Рис. III.4. Действие засветки на характеристическую кривую кинопленки: 1 — до засветки, 2 — после засветки

Устанавливая светофильтр перед источником света, действующим во время засветки цветных кинопленок, можно изменять баланс их слоев и добиваться различного цветовоспроизведения объекта съемки. Цвет светофильтра и его плотность зависят от задаваемого баланса кинопленки. С помощью светофильтра можно снизить насыщенность цвета в изображении и сделать его пастельным.

Экспозиция засветки диктуется свойствами кинопленок и желаемым эффектом в изображении. Ее устанавливают по сенситограммам, по пробам с изображением, а также по сенситограммам и пробам с изображением одновременно.

При гиперсенсибилизации отрезки кинопленок первоначально засвечивают с несколькими разными экспозициями, затем отрезки экспонируют в сенситометре и обрабатывают в проявочной машине до контрастности, рекомендованной для данных кинопленок. Сопоставляя сенситометрические характеристики засвеченной кинопленки и незасвеченной, оценивают степень гиперсенсибилизации и выбирают режим для производственной работы.

Устанавливая режим гиперсенсибилизации по пробам с изображением, поступают так: на различно засвеченных отрезках кинопленки и на кинопленке, которая не засвечивалась, делают экспонограммы эталонного или рабочего объекта. Предпочтение отдают экспонограммам эталонного объекта. Экспонограммы, обработанные в проявочной машине, покажут действие каждой засветки на изображение.

Одновременное использование сенситограмм и экспонограмм позволяет более точно определить условия гиперсенсибилизации кинопленки, так как помимо визуальной оценки изображения будут и количественные характеристики. Техника изготовления сенситограмм и экспонограмм аналогична ранее рассмотренным способам.

Для определения режима латенсификации отрезки кинопленки, одинаково экспонированные в сенситометре, засвечивают при разных экспозициях. Затем отрезки обрабатывают в проявочной машине при производственных режимах. По сенситометрическим характеристикам отрезков можно установить действие каждой засветки.

Если засветку определяют по пробным изображениям, тогда одинаковые экспонограммы эталонного или рабочего объекта засвечивают при различных экспозициях. По обработанным в проявочной машине экспонограммам легко определить нужную экспозицию для засветки кинопленки.

Сенситограммы и экспонограммы, использованные для оценки эффекта латенсификации, гарантируют наилучшие результаты.

При выборе экспозиции для засветки кинопленки по любому из процессов ориентируются по проработке в изображении темных деталей объекта съемки и по плотности вуали, которая возникла от засветки кинопленки. Плотность вуали должна быть в пределах нормы.

Когда сенситограммы и экспонограммы делают на половине площади кинопленки, тогда эффект гиперсенсибилизации или латенсификации легче обнаружить. Наилучшим образом оценивается влияние засветки кинопленки, если на экран проецируют позитивы, одновременно напечатанные с обеих половинок экспонограмм.

Засветкой кинопленки можно выявить детали, которые невидимы в обычном изображении, например в ночной сцене, в затемненных помещениях и т. д. Однако засветка не оказывает никакого влияния при съемке объектов с хорошо освещенными деталями, например при дневном освещении.

Засветка с цветными светофильтрами применяется в тех случаях, когда объекты чрезмерно насыщены по цвету или когда по творческим соображениям необходимо воспроизвести объект в мягкой тональности.

Наибольшее распространение нашел процесс латенсификации. Он дает более ощутимое повышение светочувствительности кинопленки, изменение тональности в изображении, нагляднее для оценки и легче по управлению процессом.

§ 18. Фотографическая обработка негативных кинопленок

По мере производства съемок по фильму экспонированные негативные кинопленки поступают в студийный цех или на специальное предприятие для фотографической обработки.

Важнейшей операцией при фотографической обработке кинопленок является проявление.

Черно-белые негативные кинопленки обрабатывают в растворах, составленных по рецептам фирм, изготовляющих эти материалы (табл. 7). Чтобы проявить кинопленки, необходимо установить продолжительность их обработки в растворе. Есть несколько способов определения продолжительности проявления кинопленок. Наиболее распространенным является способ проявления до заданного значения коэффициента контрастности (γ) или среднего градиента (g) кинопленки.

Если фильм снят на стандартной негативной кинопленке, а фотографическая обработка ведется при технологическом режиме, рекомендованном фирмой, продолжительность проявления соответствует времени, указанному в паспорте на кинопленку. Эта продолжительность проявления гарантирует получение негатива с постоянными

Таблица 7

Рецепты проявителей для черно-белых негативных кинопленок

Наименование вещества	Отечественный	ORWO-19	Kodak D-76	Gevaert G-206
Метол, г/л	1,6	2,0	2,0	2,0
Гидрохинон, г/л	2,0	5,0	5,0	4,0
Сульфит натрия безводный, г/л	100,0	100,0	100,0	100,0
Бура, г/л	2,0	2,0	2,0	2,0
Бромистый калий, г/л	0,4	—	—	—
Гексаметафосфат натрия, г/л	—	2,0	—	—

сенситометрическими характеристиками. Такие негативы при правильном экспонировании во время съемки обеспечивают изготовление позитивов в стандартных условиях и оптимального качества. Одинаковое проявление негативов особенно необходимо для тиражирования фильма (§ 40).

Как правило, для негативных кинопленок устанавливают одно значение коэффициента контрастности *(γ)* или среднего градиента *(g)*, например 0,65—0,70.

Режим проявления для достижения заданного значения контрастности определяют по кривым кинетики проявления, построенным при испытании каждой партии негативных кинопленок в производственных условиях.

Если фильм снимают на негативных кинопленках с разными сенситометрическими характеристиками, необходим подбор времени проявления для достижения необходимых параметров. Также нужно определять время проявления, если фотографическая обработка кинопленок происходит при режимах, отличающихся от рекомендованных фирмой, например, по составу проявителя, его температуре или способу проявления. В таких случаях фотографическую обработку кинопленок ведут по сенситометрическим показателям, гарантирующим стандартность проявления, что способствует уверенной работе оператора во время съемки.

Для контроля режима фотографической обработки в конце рулона оставляют 25—30 см неэкспонированной кинопленки. На этот участок печатается оптический клин сенситометра. При отсутствии неэкспонированной кинопленки в конце рулона контрольную сенситограмму делают на такой же кинопленке и прикрепляют ее к обрабатываемому рулону. Иногда в целях уточнения режима проявления кинопленки дополнительно к прежним испытаниям строят кривую кинетики проявления по сенситограммам, сделанным на этой кинопленке.

Путем подбора продолжительности проявления можно получить заданное значение контрастности кинопленки и не в стандартном растворе — истощенном, при пониженной или повышенной температуре и т. д. В этом случае показатель контрастности будет правильным, а плотность изображения окажется недостаточной или повышенной.

Чтобы исключить появление недоброкачественных негативов из-за нарушений в технологическом процессе, принято одновременно с определением контрастности по сенситограмме измерять и плотность ее среднего поля. Плотность этого поля, т. е. номер поля, выбирают такую, которая близка плотности сюжетно важной детали изображения. Совпадение показателей контрастности и плотности среднего поля у всех сенситограмм свидетельствует о стандартности обработки кинопленок.

При оценке режима обработки кинопленок показатель контрастности негатива может несколько отличаться от нормированного значения. Как правило, допуск по коэффициенту контрастности или среднему градиенту не превышает ±0,05. Такое колебание в контра-

стности практически не сказывается на изображении. Величину плотности среднего поля сенситограммы устанавливают для каждой партии негативной кинопленки в зависимости от ее светочувствительности. Колебания по плотности могут быть в пределах ±10%-

Хроникальные события, научные исследования и некоторые другие объекты часто снимают при неблагоприятных условиях по освещению. Бывает, что по отдельным объектам съемки в фильме добиваются специальных эффектов за счет искажения яркостей деталей или других характеристик. Экспонированные в таких условиях кинопленки допустимо обрабатывать по пробе от снятого изображения. В таких случаях на коробке с экспонированной кинопленкой указывается, где находится проба — в начале или в конце рулона. Проба может служить правильным ориентиром лишь в том случае, если по экспозиции, характеру освещения и прочим показателям она соответствует рабочему изображению.

Чтобы определить продолжительность проявления, часть пробы обрабатывают в проявочной машине такое время, которым наиболее часто пользуются в производственных условиях для данного типа кинопленок. При наличии проб от нескольких коробок с кинопленкой, экспонированной различно, все пробы соединяют в рулон и обрабатывают в машине одновременно. Просматривая обработанные в стандартных условиях пробы, мастер визуально оценивает изображение и по каждой пробе устанавливает режим проявления рабочего материала.

Если по пробе трудно определить продолжительность проявления кинопленки (изображение очень плотное, прозрачное, контрастное и т. д.), то обрабатывают вторую пробу при режиме, близком к предполагаемому. При сложных по характеру освещения объектах, например при закате солнца, в тумане и т. д., делают не только несколько проб, обрабатываемых разное время, но и приглашают автора съемок для консультации.

Способ обработки рабочего материала по пробам не следует переоценивать, так как возможности исправления экспозиционных ошибок или характера освещения объекта регулированием продолжительности проявления негативных кинопленок весьма ограниченны. Исправлению поддаются очень незначительные погрешности съемки.

Недостатком этого способа фотографической обработки является то, что при рассматривании пробы изображение оценивают субъективно, в основном ориентируясь на плотность негатива. В результате негативы одного и того же объекта съемки, обработанные в разное время или разными мастерами, могут значительно различаться по плотности и контрастности. Это различие оказывается еще большим, если сняты сложные по содержанию объекты. Также неправильно будут обработаны негативы, если режим проявления для нескольких материалов, экспонированных различно, установить по одной пробе. В результате негативы по-разному воспроизведут интервал яркостей объекта, причем искажения в них могут быть настолько большими и отличными друг от друга, что получить доброкачественный и ровный позитив фильма со смонтированного изображения не будет возможности.

Нестандартность режима обработки негативной кинопленки при ее обработке по пробам дезориентирует оператора в определении экспозиции, в характере освещения объекта съемки, а также препятствует выявлению подлинных причин недоброкачественности негатива

Цветные негативные кинопленки обрабатывают при режимах, рекомендованных фирмами (табл. 8, 9, 10). Эти режимы обеспечивают баланс светочувствительных слоев кинопленки.

Практически цветные негативные кинопленки не всегда точно сбалансированы по светочувствительным слоям. Поэтому баланса слоев достигают проявлением кинопленки. Обычно балансируют светочувствительные слои по контрастности, так как нарушения по балансу светочувствительности легко устраняют во время печатания негатива подбором спектрального состава света в копировальном аппарате.

Чтобы определить продолжительность проявления, при которой светочувствительные слои негативных кинопленок будут сбалансированы по контрастности, в проявочной машине обрабатывают три сенситограммы испытуемых кинопленок. Сенситограммы проявляют с различной продолжительностью, близкой к производственным условиям. На основании промера сенситограмм строят характеристические кривые. По каждой сенситограмме получают три характеристические кривые — соответствующие трем красителям, образующим цветное негативное изображение. Определив для каждой характеристической кривой контрастность *(у* или *g),* переносят ее значение на полулогарифмический бланк или миллиметровую бумагу, согласовывая показатель контрастности с продолжительностью проявления сенситограммы. Затем строят кривые кинетики проявления по частичным светочувствительным слоям. Перпендикуляр, опущенный из точки пересечения трех кривых на шкалу времени проявления, укажет продолжительность обработки кинопленки, при которой будет получен баланс слоев по контрастности.

Режим проявления часто определяют по одной характеристической кривой, полученной при промере сенситограммы на денситометре за зеленым светофильтром, так как качество цветного изображения сильно зависит от доли участия в нем пурпурного красителя, образуемого в зеленочувствительном слое кинопленки.

В проявочной машине обрабатывают три сенситограммы разное время. Затем эти сенситограммы промеряют на денситометре за зеленым светофильтром, строят характеристические кривые, определяют значение контрастности и по кривой кинетики проявления находят, при какой продолжительности обработки будет получено заданное значение контрастности.

Контроль режима обработки рабочего материала ведут по сенситограммам, впечатанным в рулон кинопленки. По этим сенситограммам определяют: контрастность *(у* или *g),* плотность среднего поля ($D_{х)}$ и плотность маски ($D_{маск.)}$. Эти параметры должны быть

Таблица 8

Режим обработки цветных негативных кинопленок

Название операции	Отечественный, продолжительность, мин	Отечественный, температура, °С	ORWO, продолжительность, мин	ORWO, температура, °С	Kodak ECN-1, продолжительность, мин	Kodak ECN-1, температура, °С	Kodak ECN-2, продолжительность, мин	Kodak ECN-2, температура, °С
Размачивание	—	—	—	—	(10—20)	21	(10—20)	26,5
Удаление слоя	—	—	—	—	(10—20)	21	(10—20)	26—38
Проявление	5—7	20	6—8	20	12	21	3	41,1
Промывка	—	—	15	12—15	(10—20)	21	—	—
Допроявление	5	20	—	—	—	—	—	—
Прерывание	—	—	—	—	—	—	(30)	26—38
Фиксирование	4—7	18	—	—	4	21	—	—
Промывка	12	12	—	—	4	21	(30)	26—38
Отбеливание	4	20	5	20	8	21	3	38
Промывка	5	12	5	12—15	4		1	26—38
Фиксирование	4	18	5	20	4		2	38
Промывка	15	12	15	12—15	7		2	26—38
Стабилизация	—	—	—	—	1		—	—
Промывка	—	—	—	—	(1—5)		—	—
Смачивание	—	—	—	—	(1)		(10)	26—38

Примечания

1. При процессе ECN-1 обрабатываются кинопленки EASTMAN COLOR тип 5255, 7254. GEVACOLOR Т 680: Т 8516.
2. В скобках указана продолжительность в с.
3. При процессе ECN-2 обрабатываются EASTMAN COLOR тип 5247, 7247; Eujicolor 8517, 8527

Таблица 9

Рецепты проявляющих растворов для обработки цветных негативных кинопленок

Наименование вещества	Отечественный	ORWO	ECN-1	ECN-2
ЦПВ-1	**2,3**	2,75	-	—
CD-3 (фирмы)	-	-	**5**	**4**
Сульфит натрия безводный, г	**2**	2	**2**	**2**
Гидроксиламин, г/л	**1,2**	**1,2**	—	—
Сода безводная, г/л	**60**	75	-	25,6
Сода моногидрат, г/л	-	-	**50**	-
Бромистый калий (натрий), г/л	**2**	2	(0,86)	**1,2**
Гексаметафосфат натрия -, г/л	—	2	**2**	-
Трилон Б, г/л	**2**	-	—	-
Едкий натр, г/л	—	—	**0,5**	-
Бикарбонат натрия, г/л	—	—	-	*2,7*
Бензиловый спирт	—	—	**3,8**	-
Умягчитель (фирмы)	—	—	—	**2**
Активатор (фирмы)	-	—	—	**0,22**

постоянными у каждой партии обрабатываемой кинопленки. При конфликте в оценке процесса обработки цветных кинопленок дополнительно определяют баланс светочувствительных слоев по контрастности и другим характеристикам, используя для построения кривых три или два светочувствительных слоя. В последнем случае

Таблица 10

Рецепты вспомогательных растворов для обработки цветных негативных кинопленок

Название вещества	Отечественный			ORWO		Kodak ECN-1			Kodak ECN-2		
	допроявляющий	отбеливающий	фиксирующий	отбеливающий	фиксирующий	размачивающий	отбеливающий	фиксирующий	размачивающий	отбеливающий	фиксирующий
Феррицианид калия	—	30	—	40	—	—	50	—	—	—	—
1-е отбеливающее (фирмы)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	—
2-е отбеливающее (фирмы)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	143	—
Бромид калия (натрия), г/л	—	15	—	15	—	—	(17)	—	—	—	—
Уксусная кислота ледяная, мл/л	—	—	—	—	—	—	—	13,4	—	6,9	—
Тиосульфат натрия (аммония), г/л	—	—	200	—	160	—	—	240	—	—	(185)
Фосфат калия однозамещенный, г/л	—	17	—	25	—	—	—	—	—	—	—
Борная кислота, г/л	—	—	—	—	—	—	—	7,5	—	—	—
Сульфит натрия безводный, г/л	—	—	5	—	—	—	—	15	—	—	10
Сульфат натрия, г/л	—	—	—	—	20	100	—	—	100	—	—
Метабисульфит натрия, г/л	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,4
Едкий натр, г/л	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Тетраборат натрия, г/л	—	—	—	—	—	20	—	—	20	—	—

Примечания: 1. В процессе ECN-2 предусмотрен останавливающий раствор, содержащий 50 мл/л серной кислоты.
2. В процессе ECN-1 предусмотрен стабилизирующий раствор, содержащий: 1 г гексаметафосфата натрия, 3 г фосфата натрия двузамещенного и 4,5 г фосфата натрия однозамещенного на 1 л воды.

используют, характеристические кривые зелено- и красночувствительных слоев.

Фотографическая обработка цветных негативных кинопленок по пробе от изображения совершенно недопустима. Проба не позволяет оценивать баланс частичных слоев в изображении, она показывает лишь общую его плотность. Визуально правильный по плотности негатив может быть сильно разбалансированным по контрастности слоев, поэтому напечатать доброкачественный позитив с него будет невозможно.

Если все же обстоятельства заставляют вести съемку в заведомо неблагоприятных условиях, тогда пробы от рабочего материала обрабатывают в проявочной машине при различных режимах. Затем пробы оценивают с помощью цветоанализатора (§ 25), и по изображению в нем устанавливают оптимальное проявление для каждой пробы.

Обработка черно-белых и цветных негативных кинопленок по заданным сенситометрическим характеристикам дает положительные результаты, если весь технологический процесс в проявочной машине стандартный. Постоянный контроль процесса обработки осуществляется с помощью контрольных сенситограмм, сделанных на стандартной кинопленке, через строго определенное время. Эти сенситограммы показывают состояние технологического процесса в машине. Характеристики сенситограмм регистрируют в журнале или на специальном бланке.

Черно-белый и цветной негативы из-за экспозиционных, световых и прочих ошибок, допущенных при съемке, могут оказаться недоброкачественными и при правильных сенситометрических характеристиках, полученных по сенситограммам. Эти характеристики оценивают лишь фотографическую обработку кинопленки или технологический процесс. Напомним, что коэффициент контрастности (v) и средний градиент *(g)* — это значения, "характеризующие только степень проявления кинопленки, но не само изображение, которое может быть с завышенным или заниженным контрастом по условиям освещения объекта съемки.

Иногда в целях повышения светочувствительности кинопленки применяют форсированную фотографическую обработку. Под которой понимают удлинение времени проявления, повышение температуры растворов или введение в растворы специальных активизаторов. Форсированная обработка неодинаково действует на разные кинопленки, и не все кинопленки могут быть обработаны при форсированных режимах. Рост светочувствительности у кинопленок при форсированной их обработке ограничен и обычно не превышает двойного увеличения. Как правило, форсированная обработка кинопленки приводит и ухудшению ее структурных характеристик: повышается зернистость, снижается проработка мелких деталей и т. д. У цветных кинопленок дополнительно возникают и градационные искажения.

Для фотографической обработки экспонированные кинопленки должны поступать упакованными в светонепроницаемые пакеты и в

коробки, крышки которых по стыку с корпусом заклеивают липкой лентой. На крышку коробки следует наклеить этикетку, характеризующую кинопленку, условия съемки и другие сведения, необходимые для ее обработки. Каждая партия сдаваемой в обработку кинопленки сопровождается бланком заказа или другим подобным документом, в который заносят сведения о технологии обработки и о замеченных дефектах в негативе. Одновременно с бланком заказа передают монтажные карты или другие документы, указывающие материал, с которого необходимо напечатать позитив.

§ 19. Негативное изображение

Негатив — фотографическое изображение объекта съемки, характеризуемого формой, размером, цветом и фактурой деталей. Они становятся различимыми в том случае, если излучают свет или отражают падающий на них свет, т. е. обладают яркостью *(B)*. Упрощая, объект съемки можно представить как шкалу яркостей, расположенных беспорядочно на площади кадра кинопленки. Шкала оценивается интервалом яркости *(Io)* в виде десятичного логарифма.

Объекты, детали которых приблизительно одинаково освещены, имеют интервал яркости, определяемый отношением крайних значений коэффициента отражения, около 1,6. Объекты с неодинаковой освещенностью деталей могут иметь очень большой интервал яркостей. Наиболее распространенные объекты съемки характеризуются интервалом яркостей в пределах 1,5—2,5. Только некоторые объекты имеют интервал яркостей до 6,0.

Оптическое изображение объекта на светочувствительном слое кинопленки в съемочном аппарате создается светом, слагаемым из двух величин: одна — светом, образующим оптическое изображение объекта, вторая — светом, возникающим в результате рассеяния и отражения поверхностями объектива, светофильтром, оптической насадкой и др.

Контрастом объекта называют отношение яркостей самой светлой и самой темной деталей объекта. Контраст объекта оп-оеделяют по уравнению:

$$U_0 = \frac{B_{\text{макс}}}{B_{\text{мин}}}.$$

Контраст оптического изображения — есть отношение освещенностей самой светлой и самой темной деталей в оптическом изображении объекта. Контраст оптического изображения определяют по уравнению:

$$U_\theta = \frac{E_{\text{макс}}}{E_{\text{мин}}}.$$

Интервал освещенностей оптического изображения соответствует уравнению:

$$l_i = \lg E_{\text{макс}} - \lg E_{\text{мин}}.$$

Посторонний свет, налагаясь на оптическое изображение, уменьшает контраст объекта. Эту потерю контраста можно определить по уравнению:

$$\frac{l_i}{l_0} = \beta,$$

где В — коэффициент потери контраста.

Потеря контраста для светлых и темных деталей оптического изображения различна. Действие постороннего света сказывается тем сильнее, чем ниже освещенность деталей изображения или чем ближе они расположены к источникам рассеянного света. Это объясняется тем, что сравнительно небольшое количество постороннего света существенно не изменяет и без того большую освещенность в светах. В то же время величина постороннего света довольно велика по сравнению с освещенностью в тенях объекта.

Неодинаковое уменьшение контраста оптического изображения по отношению к контрасту объекта съемки зависит и от вида объекта. Например, оптическое изображение зимнего пейзажа, имеющего большую интегральную яркость, следовательно, и большое светорассеяние, будет искажено значительно сильнее, чем оптическое изображение летнего пейзажа.

Не менее заметно влияние светорассеяния на цветопередачу объекта съемки, так как цвета в оптическом изображении могут разбеливаться или приобретать другой цветовой оттенок, если в рассеянном свете преобладает какой-нибудь один цвет.

Точное воспроизведение яркостей и цветов объекта съемки оптическим изображением невозможно. Оно всегда передает только общий характер их распределения в объекте. Распределение яркостей и цветов в оптическом изображении тем ближе к действительности, чем ниже уровень яркости рассеянного света.

Воспроизведение оптического изображения объекта в негативе зависит от очень многих причин: свойств негативных кинопленок, условий съемки, фотографической обработки кинопленок и обращения с ними. Степень влияния каждого фактора на негатив различна.

Характеристическая кривая кинопленки выражает связь между количествами освещения, полученными светочувствительным слоем при съемке и оптическими плотностями, вызванными этими количествами освещения. Для различных кинопленок положение характеристической кривой относительно начала координат, угла наклона и формы отдельных участков могут быть разными.

Интервал количеств освещения, сообщаемых светочувствительному слою во время съемки объекта, соответствует отрезку оси абсцисс характеристической кривой. Длина этого отрезка постоянная и равна интервалу оптического изображения. Общая экспозиция определяет величины максимальной и минимальной внутрикадровых экспозиций, вследствие чего положение интервала количеств освещения на оси абсцисс зависит от общей экспозиции. С увеличением экспозиции интервал смещается вправо, а с уменьшением — влево. Следовательно, характер передачи оптического изображения зависит от

общей экспозиции и от формы и положения характеристической кривой кинопленки. Области характеристической кривой неравноценны в смысле воспроизведения яркостей объекта съемки. На криволинейных участках имеет место непропорциональное воспроизведение яркостей объекта.

Практически негативное изображение строится не только на прямолинейном, но и на начальном криволинейном участке характеристической кривой. Использование части нижнего криволинейного участка способствует обогащению изображения за счет проработки темных деталей объекта. Верхний, конечный участок характеристической кривой редко бывает полезным, так как детали, создающие эти экспозиции, практически невоспроизводимы в позитиве.

Если интервал яркости объекта превосходит фотографическую широту кинопленки, то некоторые детали в изображении могут оказаться недоэкспонированными или переэкспонированными. В результате негатив будет недоброкачественным. Напечатанные с такого негатива позитивы воспроизводят темные детали окрашенными в один цвет, яркие детали — в другой цвет, обычно разбеленный. В этом случае красные и желтовато-зеленые цвета желтеют, синие — приобретают фиолетовый оттенок.

§ 20. Подготовка негативов к печатанию

При подготовке негатива к печатанию из каждого рулона кинопленки вырезают засвеченные и прозрачные куски, места сшивок, забракованные съемочной группой дубли фрагментов (по формуляру, приложенному к заказу-наряду) и другие материалы, не подлежащие печатанию. Подготовленный таким образом негатив склеивают в рулоны до 300 м длиной. Склейку кинопленки производят специальными прессами, обеспечивающими получение узкой и чистой склейки. Склеивание кусков негатива идет по ходу копировального аппарата, чтобы место склейки во время печатания не вызвало скачка в позитиве.

Склеивают кинопленки различными растворами, например такого состава:

Подложка кинопленки со смытым эмульсионным слоем	10 г
Ацетон	300 мл
Метиленхлорид	300 мл
Метилгликольацетат	300 мл
Диметиловый эфир фталевой кислоты	100 мл

Склеивать кинопленку можно и с помощью липкой ленты или сваркой в специальных аппаратах.

К концам рулона, склеенного точно в рамку кадра негатива, присоединяют по несколько метров прозрачной кинопленки. Эта кинопленка служит ракордом, предохраняющим негатив от механических повреждений во время перемотки. На ракорде пишут или печатают название фильма, номер заказа, номер рулона или другие обозначения, принятые на данном предприятии. Все надписи должны пропечатываться в позитиве.

При подготовке к печатанию цветного, а иногда и черно-белого негатива на некоторых предприятиях от каждого фрагмента делают вырезки по 4 и по 10 кадров (обычно изображение объекта с ахроматической таблицей). Эти вырезки применяют для определения режима печатания позитива (стр. 123). Десятикадровые вырезки склеивают в рулон в том же порядке, что и рабочий негатив. На каждом куске обеих кадровых вырезок и на рабочем негативе ставят одинаковый порядковый номер склеенных фрагментов.

Подготовленный к печатанию и перемотанный на начало негатив укладывают в коробки. Если есть кадровые вырезки, то их помещают в те же коробки, что и рабочий негатив. Предварительно всю вырезанную из негатива кинопленку измеряют метромером. Метраж изъятой кинопленки записывают в заказ-наряд для учета бухгалтерией.

Перемотку негативов перед печатанием часто производят аппаратами, очищающими кинопленку от пыли.

§ 21. Монтаж негатива

Монтаж негатива — склеивание рабочего негатива в строгом соответствии со смонтированным рабочим позитивом.

Монтаж негатива изображения производят после завершения съемок и утверждения фильма на двух кинопленках (смонтированный рабочий позитив и синхронная к нему фонограмма).

Подготовку негатива к монтажу начинают с момента запуска фильма в производство. Прикрепленная к фильму монтажница, получив негатив изображения после печатания с него рабочего позитива, разбирает негатив по дублям эпизода — фрагмента. Затем на наружном защитном ракорде каждого отрезанного дубля пишет начальные и конечные цифры, размещенные по краю кинопленки за перфорациями (метражные или футажные номера). На этикетке коробки с негативами указывает название фильма и начально-конечные цифры каждого дубля. Эти же надписи делают на узкой полоске бумаги, которой заклеивают пазы коробки.

Одновременно с разборкой негатива в журнал или карточку фильма заносят номер заказа-наряда, порядковый номер коробок и начально-конечные цифры дублей негативов, уложенных в коробку.

Карточки для записей предпочтительнее журнала, так как в дальнейшем их можно разместить в порядке возрастающих номеров на кинопленке.

Вероятно, в будущем сведения о хранимых рабочих негативах будут помещаться в память ЭВМ.

Подготовленный к хранению негатив передают на склад. Коробки с негативом ставят одну на другую так, чтобы их номера легко читались.

Смонтированный рабочий позитив поступает к ведущей монтажнице. Она просматривает позитив и составляет ведомость на каждую часть фильма с перечислением порядковых номеров смонтированных фрагментов и указывает начально-конечные цифры вошедшего дубля негатива с точным отсчетом кадров от границ этих цифр. Например, из дубля 567432 — 586927 в фильм вошел материал с обозначением 573421—582734 + 2 кадра с начала и 3 кадра с конца.

Получив со склада по требованиям, составленным по журналу или карточкам, коробки с нужным для монтажа материалом и выбрав из коробок только необходимые негативы, монтажница располагает их в монтажном порядке на полочках своего рабочего стола.

Часто для ускорения работы отбор материала и монтаж негатива ведут несколько работниц одновременно. В этом случае каждой монтажнице выделяют определенные части фильма.

Приступая к монтажу, монтажница, отрезав весь лишний материал от отобранных негативов (оставляя на склейки по полкадра с обоих концов пегатива), склеивает эти негативы, строго придерживаясь порядка и длины фрагментов, указанных в рабочем позитиве. Для склейки используют различные аппараты.

Негативы после подрезки сматывают в рулон и передают склейщице.

Требования к прочности и чистоте склеек смонтированного негатива еще выше, чем к склейкам рабочего материала.

После склейки к смонтированному рулону негатива с обоих концов подклеивают зарядные ракорды. Ракорды подклеивают и к негативу фонограммы, перезаписанному с магнитной записи звука. Длина ракордов и их форма зависят от вида фильма, к которому они подклеиваются. С негативов изображения и фонограммы, заряженных в копировальный аппарат по отметкам на стандартных ракордах, изготовляют позитив, в котором изображение синхронно со звуком. Помимо стандартных ракордов к негативам подклеивают зарядные ракорды, предохраняющие кинопленку от износа во время перемоток.

Если разборка негативов ведется лишь по названиям фрагментов, в журнал заносят номер заказа, название фрагмента и номер коробки, в которой помещается этот материал. Эти же надписи делают на коробках с негативом.

До монтажа негативы сохраняют па складе. При этом методе работы съемочная группа со смонтированным рабочим позитивом передает в цех монтажные формуляры, содержащие записи номеров дублей с указанием, из каких фрагментов они состоят и в каком порядке смонтированы в фильме. Руководствуясь записями в журнале и в монтажных формулярах, работница получает со склада нужные коробки с негативом. Затем, вырезав из этих негативов указанные в монтажном формуляре дубли, располагает их в должном порядке на

полочках своего стола. После такой подготовки работница приступает к монтажу негатива фильма.

Монтаж осуществляют с помощью синхронизатора (рис. III. 5). Зарядив в синхронизатор смонтированный рабочий позитив и сличая каждый фрагмент с соответствующим отобранным дублем, отрезают от него весь лишний материал (оставляя по полкадра на склейку) и склеивают негативы в монтажном порядке. Затем подклеивают ракорды.

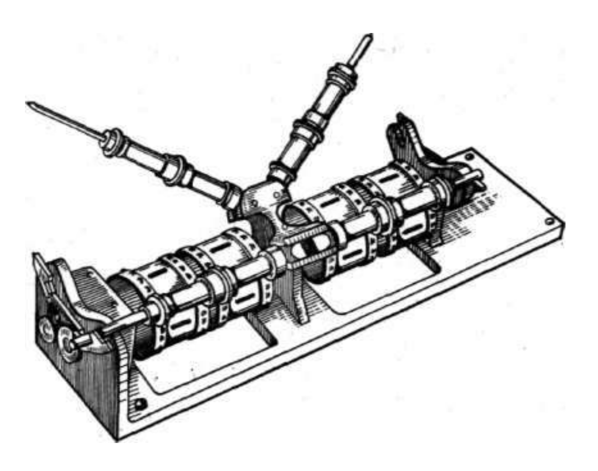


Рис. III.5. Синхронизатор кинопленок

При способе монтажа по названиям фрагментов негативы предварительно не разбирают по дублям, поэтому их приходится разыскивать во многих коробках. Кроме того, из-за возможных ошибок в монтажных формулярах, которые составляются в крайне напряженных условиях в конце работы над фильмом, розыск нужных негативов усложняется.

Для корректирования, изготовления допечаток, проверки целостности фильма и других целей смонтированный негатив маркируют по фрагментам.

Маркировку производят с помощью печатающей машины, надписывая номера несмываемой тушью и другими способами. Порядковые номера наносят на межкадровое пространство, между перфорациями или на других свободных от изображения участках кинопленки, но с таким расчетом, чтобы маркировка пропечатывалась в позитиве.

Длина каждой части фильма должна быть близкой к метражу позитивной кинопленки, используемой для печатания. В этом случае уменьшаются потери позитивной кинопленки в виде малометражных кусков, остающихся при печатании смонтированных негативов. Отклонение от стандартного метража допустимо лишь для последней части фильма.

Негативы пейзажей, событийных съемок и другие сюжеты, оставшиеся от монтажа фильма, поступают в фильмотеку, которой обычно пользуются для других фильмов.

После выпуска фильма в прокат и отбора негативов для фильмотеки всю оставшуюся кинопленку сматывают в рулоны и изымают со склада.

§ 22. Контроль негатива

Контроль негатива имеет целью не допустить в фильм недоброкачественные изображения и выяснить причину брака, чтобы исключить появление дефекта в последующих негативах.

Негатив контролируют на различных этапах негативного процесса — при подготовке негатива к печатанию позитива, после монтажа по рабочему позитиву, при сдаче негатива для тиражирования фильма.

Методы контроля негатива различны. Доброкачественность его и правильность фотографической обработки кинопленки определяют по сенситометрическим характеристикам, полученным на основании промера контрольных сенситограмм, прикрепленных к рулонам кинопленки.

Экспонометрический режим при съемке оценивается по плотности негативного изображения и по номеру экспозиции копировального аппарата. Освещение объекта съемки устанавливают по соответствию изображения с его содержанием. Техническое состояние контролируют просмотром негатива в проходящем и отраженном свете при медленном перематывании его на монтажном столе; сравнением двух позитивов с одного негатива на параллельных экранах (резкость изображения, устойчивость кадра и другие); проецированием сомнительного негатива на эталонный экран; измерением на приборах нормируемых параметров и т. д.

Контроль негатива, особенно цветного, на монтажном столе не выявляет многих дефектов из-за наличия масок у цветных кинопленок и невозможности визуально оценить частичные изображения, а также взаимосвязь между ними.

Большинство дефектов в негативе обнаружить невозможно, поэтому качество негатива оценивают при контроле позитива, напечатанного с негатива.

Контрастность, баланс частичных изображений и некоторые другие характеристики негатива можно оценить с помощью цветоанализатора. Этот аппарат позволяет без печатания негатива увидеть позитивное изображение.

Контроль негатива можно проводить как самостоятельную операцию, так и во время его подготовки к печатанию. Совмещение этих двух операций рационально, так как уменьшает количество перемоток кинопленки.

Недоброкачественные негативы вырезают и составляют акт с указанием вида брака и причин его возникновения. Все забракованные негативы сохраняют до завершения работы по фильму, так как

Таблица И

Дефекты в негативе*

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
29	Волнообразная деформация края кинопленки	а) Неисправный лентопротяжный механизм аппарата или проявочной машины, б) см. 1
30	Вуаль двухцветная-дихроичная, в отраженном свете — желтоватая или зеленоватая, в проходящем — красноватая, местами изображение выглядит как бы неотфиксированным и имеет пятнистый вид	а) Проявляющий раствор загрязнен фиксажем, б) обработка происходила в слишком теплом проявителе, в) проявление продолжалось чрезмерно долго, г) недостаточное промывание после проявления, д) фиксаж сильно загрязнен проявителем, е) обработка велась в очень истощенном фиксаже, ж) в проявителе много растворителей серебра — роданистого калия, сульфита, тиосульфата, з) фиксирование происходило в многократно регенерированном растворе
31	Вуаль желтая	а) Очень долгая обработка в истощенном проявителе, б) обработка в фиксаже, загрязненном проявителем, в) не было промежуточной промывки между энергичным проявителем и простым фиксажем
32	Вуаль коричневая	Окисление проявителя в эмульсионном слое до фиксирования
33	Вуаль по краю кинопленки	а) Хранение дольше рекомендованного срока, б) хранение при неблагоприятных условиях, в) в съемочный аппарат или в кассету проникал свет, г) плохо закрытая коробка, где хранилась кинопленка
34	Вуаль серая, равномерно покрывающая всю кинопленку	а) Старая или неправильно хранившаяся кинопленка, б) проявление при высокой температуре раствора, в) проявление в слишком концентрированном растворе или с недостаточным количеством противовуалирующего вещества, г) обрабатывалась в загрязненном проявителе или содержащем вуалирующие вещества,

* См. табл. 2,

АЛ

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
		д) обрабатывалась чрезмерно долго, е) засвечивалась до съемки или во время проявления слабым светом, ж) чрезмерно большая экспозиция при съемке
35	Вялое изображение, по плотности нормальное	а) Съемка производилась при пасмурном освещении, б) объект съемки имел очень малый интервал яркостей, в) недопроявление излишне экспонированной кинопленки
36	Два изображения на одной кинопленке	Ошибочно дважды вели съемку на одну кинопленку
37	Измятая кинопленка	а) Съемочный аппарат неисправен, б) неправильно производилась зарядка аппарата
38	Изображение без темных деталей объекта	а) Неблагоприятное освещение при съемке, б) внутрикадровая экспозиция неправильна
39	Изображение одновременно негативное и позитивное	а) Засветка во время проявления, б) засветка при обработке в истощенном фиксаже
40	Изображение оказалось окрашенным в посторонний тон	а) Кинопленка разбалансирована по светочувствительности, б) съемка происходила при освещении несогласованном с балансом кинопленки, в) нарушен баланс слоев при проявлении
41	Изображение периодически нерезкое	а) Кинопленка деформировалась во время сушки, б) см. 8
42	Изображение плоского объекта неодинаково резко по площади кадра	а) Съемочный аппарат неисправен, б) внутрикадровая экспозиция неправильна, переэкспонированные детали из-за ореола рассеяния получились нерезкими, в) см. 8
43	Изображение с двойным контуром	а) Неправильная позиция при съемке панорамы, б) аппарат во время съемки вибрировал, в) объект съемки перемещался чрезмерно быстро
44	Изображение смазано по вертикали	Съемочный аппарат неисправен
45	Кадр неустойчив вертикально	а) Съемочный аппарат неисправен, б) см. 7
46	Кадр неустойчив горизонтально	а) Съемочный аппарат неисправен, б) см. 8, 28
47	Контрастное изображение, без деталей в тенях	Завышенное время проявления недостаточно экспонированной кинопленки

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
48	Контрастное изображение недостаточной плотности при нормальном проявлении	Недостаточная экспозиция при съемке
49	Крупнозернистое изображение	а) Высокочувствительная кинопленка, б) неблагоприятное распределение деталей по площади и освещению, в) завышенная экспозиция при съемке, г) проявление велось в истощенном растворе и очень долго
50	Линии ветвистые или темные пятна с размытыми краями — следы электрозарядов	а) Неудовлетворительное хранение кинопленки, б) сухая кинопленка перематывалась или терлась в съемочном аппарате
51	Линии черные, чуть размытые, пересекающие кинопленку	Засветка кинопленки через повреждения в коробке, в кассете, в съемочном аппарате
52	Машинное масло на кинопленке	Обработка велась в неисправной проявочной машине
53	Наброс эмульсии на кинопленку	Обработка велась в неисправной проявочной машине
54	Надкол перфорации	а) Съемочный аппарат неисправен, б) см. 3
55	Нерезкое изображение по всему кадру	а) Неправильная наводка объектива, б) съемка происходила с запотевшим объективом, в) неправильна шкала наводки, г) съемочный аппарат вибрировал, д) съемка велась через недоброкачественный светофильтр или другую насадку
56	Неустойчивое изображение	а) Съемка с рук при неустойчивом положении, б) съемочный аппарат неисправен, в) см. 7, 8
57	Одноцветные детали воспроизведены разным цветом	а) Кинопленка разбалансирована, б) нарушен баланс во время обработки, в) объект освещался разными источниками света
58	Одноцветное или двухцветное изображение	Съемка велась с непригодным светофильтром на объективе
59	Ореолы в кадре	а) Яркий источник света попал в поле зрения объектива, б) рефлектирующие объекты снимались без поляризационного светофильтра, в) съемка в интерьере против света

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
60	Осадки на кинопленке	а) Белые, серые, матовые до зернистого — кальциевая сетка при использовании для растворов или промывки жесткой воды, б) желтовато-белые или белесовато-серые являются следами серы, алюминия и других веществ, выпавших из неправильно составленных растворов или долго стоявших открытыми при повышенной температуре, в) коричневые с металлическим блеском, часто слизистые, появляются в том случае, если обработка велась в растворе, на поверхности которого образовалась тонкая пленочка из продуктов окисления или если раствор заражен микроорганизмами, г) серебристые поблескивающие при обработке в растворах, содержащих серебро, д) серые со слабым металлическим блеском — при обработке в проявителе, содержавшем растворители серебра
61	Плотное изображение	а) Завышенная экспозиция при съемке, б) перепроявление кинопленки
62	Плотность изображения меняется в одном фрагменте	а) Нестабильное освещение объек- б) нестандартная скорость движения кинопленки в съемочном аппарате, в) на обрабатываемую кинопленку во время проявления изредка действовал белый свет, г) см. 5
63	Плотность изображения меняется через одинаковые промежутки	а) Мало заметные уплотнения из-за очень короткой остановки проявочной машины, б) сильно заметные уплотнения из-за действия света во время проявления, в) см. 51
64	Плотность или цвет в рулоне кинопленки периодически изменяется	а) Остановка проявочной машины во время проявления, б) засветка во время проявления, в) см. 5
65	Плохая сохраняемость изображения	Неполное фиксирование и промывание кинопленки

J № п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
66	Повышенное по плотности изображение при правильной экспозиции	а) Завышенное проявление, б) повышенная температура проявителя или большая концентрация раствора
67	По краям кадра — изображение пониженной плотности	а) Съемка со слишком узкой или длинной блендой, б) съемка объективом с очень коротким фокусным расстоянием, в) объектив был прикрыт посторонним предметом
68	Полосы светлые под плотными деталями (факелы-столбы)	Эффекты проявления
69	Полосы темные под светлыми деталями (факелы-столбы)	Эффекты проявления
70	Полосы тонкие и светлые	Пузырьки воздуха скользили по светочувствительному слою во время проявления
71	Полосы черные продольные	а) Устье кассеты было загрязнено или имело заусеницы, б) фильмовой канал имел нагар или заусеницы, в) неаккуратно перематывалась кинопленка
72	Недостаточная плотность изображения при правильной экспозиции	Недопроявление кинопленки
73	Пропуск изображения во фрагменте	а) Съемочный аппарат неисправен, б) см. 19
74	Пузырьки мелкие, частично лопнувшие	а) Обработка в очень кислом растворе после проявления, без достаточной промывки, б) см. 16
75	Пятна в виде звезды на изображении	Объектив чрезмерно диафрагмирован при съемке против источника света
76	Пятна в кадре от солнца или сильного источника света	Во время съемки боковой свет источника попал в объектив
77	Пятна глянцевые на эмульсионном слое	При сушке эмульсионный слой склеился с подложкой
78	Пятна мелкие в виде сот	а) К светочувствительному слою при проявлении прилипли пузырьки воздуха, б) возникло выделение газа при обработке в растворах, разных по среде, в) см. 16
79	Пятна мелкие и светлые с темным окаймлением — кратерообразные, напоминающие раковины	а) Недостаточная промывка между энергичным проявителем и кислым фиксажем, б) завышенное количество тиосульфата в растворе, в) разрушение бактериями или насекомыми

	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
	Пятна светлые	а) Конденсат при переносе кинопленки с мороза в теплое помещение б) брызги масла от чрезмерно смазанного съемочного аппарата
	Пятна светлые с темной каймой	Капли воды попали на сухой слой
	Пятна прозрачные	Брызги фиксажа попали на светочувствительный слой до проявления
	Пятна темные	Брызги проявителя попали на светочувствительный слой до обработки кинопленки
	Пятна цветные	а) Голубые, фиолетовые и коричневые от соприкосновения кинопленки при обработке с железом, б) грязно-фиолетовые и серо-коричневые с серебристым оттенком от недостаточного фиксирования или обработки в растворе, содержащем много серебра, в) зеленоватые — от испорченного дубящего фиксажа, г) желтые и коричневые с серебристым оттенком от недостаточного фиксирования при слипании кинопленок, от неполного фиксирования и промывания во время хранения кинопленки, д) ржавые от металлических скрепок, соединявших кинопленку во время обработки в растворах
	Пятно в виде дуги на изображении	При контровом освещении лучи попали на край объектива
>	Рабочий негатив проявлен иначе, чем задано	а) Неправильно определено значение контрастности кинопленки, б) ошибка при установке продолжительности обработки на проявочной машине, в) растворы нестандартны
1	Разноплотные изображения в рулоне	Сильное различие объектов по освещенности
	Разноцветное изображение в однох фрагменте	а) Нестабильное по составу освещение объекта, б) неравномерное проявление, в) см. 5
9	Разрушение скрытого изображения — фоторегрессия	а) Долгое хранение экспонированной кинопленки, б) на экспонированную кинопленку действовал влажный и теплый воздух, в) не применялись влагопоглощающие вещества и специальная упаковка при хранении экспонирован-

г в	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
		ной кинопленки в неблагоприятных условиях
90	Разрыв негатива	а) Склейка недоброкачественным клеем, б) плохо зачищены края у склеиваемых кинопленок, в) очень широкая склейка
91	Разрыв перфораций	а) Съемочный аппарат неисправен, б) см. 8, И, 28
92	Резкое и многократно повторяющееся изменение плотности или цвета— мигание	а) Съемочный аппарат неисправен, б) остановка проявочной машины, в) см. 5,6
93	Резкость неодинакова у равноудаленных деталей объекта	Внутрикадровая экспозиция неправильна
94	Рулон имеет форму многогранника	Пересушена кинопленка
95	Следы заплывшей царапины	а) Съемочный аппарат неисправен, б) проявочная машина неисправна
96	Следы зубьев барабана	Съемочный аппарат неправильно заряжен
97	Следы капель воды	а) Плохая работа влагоснимателей проявочной машины, б) промывка в жесткой воде, в) перед сушкой кинопленка не обрабатывалась в смачивателе
98	Следы противоореольного слоя на подложке	а) Недоброкачественный размачивающий раствор, б) аппликаторное устройство для снятия противоореольного слоя неисправно, в) см. 26
99	Точки мелкие, резко шероховатые на ощупь	Фотографический слой при сушке засорен пылью
100	Царапина сухая	Неаккуратная работа с негативом при подготовке к печатанию, во время монтажа или при перемотке
101	Фотографический слой имеет мелкие трещины — ретикуляция	а) Большая разница в температуре обрабатывающих растворов, б) кинопленка долго промывалась в холодной воде, в) сушка при очень высокой температуре, г) на теплый фотографический слой подействовали холодной струей воздуха
102	Фотографический слой пузырится	Промывка в мягкой воде
103	Фотографический слой расплавился	а) Обработка велась при очень высокой температуре растворов или воздуха, б) мокрая кинопленка оставлена в сушильном шкафу, в который подается теплый воздух

а	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
104	Фотографический слой хрупкий	а) Фотографический слой обезвожен из-за пересушивания, б) см. 11
105	Фотографический слой частично отслаивается	Проявочная машина неисправна

если переснять или исключить изображение невозможно, то приходится использовать бракованный материал. Кроме того, в забракованном негативе, представляющем собой целый сценарный фрагмент, могут оказаться отдельные участки без дефекта.

Если забракованный негатив может быть исправлен, его подвергают соответствующей обработке, затем вновь контролируют.

Обнаруженные дефекты в негативе регистрируют в журнале или в карте данного фильма.

В табл. 11 приведены виды дефектов в негативе и вероятные причины их возникновения.

Негатив — исходный материал для тиражирования фильма, поэтому оператор должен стремиться к тому, чтобы негатив имел запас изобразительной прочности, обеспечивающий доброкачественное тиражирование фильма по разным технологическим процессам.

Глава IV ПОЗИТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

Позитивный процесс — процесс получения позитивного изображения, в котором шкала плотностей соответствует шкале яркостей объекта съемки. В позитиве черпо-белое изображение образовано металлическим серебром, а цветное — красителями: желтым, пурпурным и голубым, создающими изображение, которое по цвету подобно объекту съемки.

Позитивный процесс включает в себя печатание негатива на позитивную кинопленку, ее фотографическую обработку и контроль позитива. Этот процесс является заключительным звеном двухстадийного негативно-позитивного процесса.

§ 23. Позитивные кинопленки

Черно-белые позитивные кинопленки чувствительны к излучениям до 480 нм.

Черно-белые позитивные кинопленки изготовляют со следующими характеристиками: светочувствительность — 2,8—5,5 ед. ГОСТ; контрастность рекомендуемая — 2,6; контрастность при 4-минутном проявлении — 2,8 — 3,2; разрешающая способность — не менее 108 $мм^{-1}$; плотность вуали — не более 0,04; максимальная плотность на прямолинейном участке — не менее 3,0; фотографическая широта — 0,9—1,2; температура плавления эмульсионного слоя — не менее 70°С; прочность эмульсионного слоя — не менее 250 г; ударная прочность при 40°С — не менее 50 кгс-$см/см^3$; усадка — не более 0,4%.

В табл. 12 приведены характеристики некоторых черно-белых позитивных кинопленок.

Цветные позитивные кинопленки изготовляют двух видов: кинопленки с классическим строением — наружный светочувствительный слой этих кинопленок чувствителен к синей части спектра, средний — к зеленой и нижний — к красной зонам спектра (см. рис. 1.3); и кинопленки со специальным строением (рис. IV.1); наружный светочувствительный слой чувствителен к зеленой части спектра, средний — к красной и нижний — к синей зонам спектра. Эти кинопленки называют также кинопленками с перемещенными слоями.

Таблица 12

Черно-белые позитивные кинопленки

Производство	Название кинопленки	Вид изображения
Отечественное	МЗ-3 МЗ-3М	Позитив с негатива и контратипа, нормального контраста Позитив с магнитной дорожкой, с негатива и контратипа
ORWO	Positiv PF-2 Positiv PF-3	Позитив с негатива и контратипа, нормального контраста Позитив с негатива и контратипа, пониженного контраста
Kodak	Release Positive $\frac{5302}{7302}$ Direct MP Film $\frac{5360}{7360}$ Reversal Duplicating 7622	Позитив с негатива и контратипа, нормального контраста Позитив с негатива и контратипа, пониженного контраста Обращенный позитив с обращенного позитива
AGFA-GEVAERT	Gevachrome Print 780 Gevachrome Print 903	Позитив с негатива и контратипа, нормального контраста Позитив с негатива и контратипа, повышенного контраста
FUJIFILM	Positive Printing Reversal	Позитив с негатива и контратипа, нормального контраста Обращенный позитив с обращенного позитива

Спектральная чувствительность слоев ограничена узкой зоной спектра, чтобы негативные изображения печатались строго раздельно, причем каждое в определенном слое позитивной кинопленки. При проявлении кинопленки в слоях должны образовываться частичные позитивные изображения из красителей, поглощающих по одной трети спектра. Эти красители могут создаваться из недиффундирующих или из защищенных краскообразующих компонент.

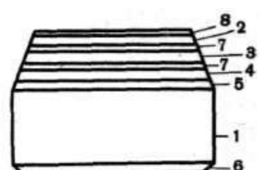


Рис. IV.1. Строение цветной позитивной кинопленки: *1* — подложка, *2* — зеленочувствительный слой, *3* — красночувствительный слой, *4* — синечувствительный слой, *5* — подслой, *6* — противоореольный слой, *7* — промежуточные защитные слои, *8* — наружный защитный слой

Большинство цветных позитивных кинопленок имеет защитный слой, защищающий наружный светочувствительный слой от механических повреждений, два промежуточных слоя, препятствующих диффузии краскообразующих компонент в светочувствительные слои и могущих загрязнить частичные изображения; подслой, сцепляющий нижний светочувствительный слой с подложкой; противоореольный слой из красителя или сажи, предохраняющий от возникновения ореола отражения.

Есть цветные позитивные кинопленки без промежуточных слоев. У этих кинопленок так подобраны краскообразующие компоненты, что исключается возможность междуслоиных загрязнении, повышенная резкость достигается применением очень тонкого зеленочувствительного слоя (4,2 мкм), образующего пурпурное изображение, которое больше, чем два других, определяет впечатление о резкости цветного изображения.

Кинопленки с классическим строением имеют ограниченное применение, так как по резкости получаемого изображения уступают кинопленкам со специальным строением.

Важными показателями, характеризующими цветные позитивные кинопленки, являются контрастность и баланс контрастности. Эти показатели влияют на градационные и цветоделительные свойства кинопленок. Очень высокая контрастность позитивных кинопленок ограничивает воспроизводимость деталей средней и малой яркости, поэтому необходимо весьма точно экспонировать негатив во время его печатания. Качество позитива зависит и от формы характеристической кривой позитивной кинопленки. Установлено, что в построении изображения принимает участие помимо прямолинейного участка и начальный — криволинейный. Удлинение этого участка способствует воспроизведению деталей средней и малой яркости объекта. Разумеется, форма характеристических кривых, в том числе и начальных криволинейных, должна быть одинаковой. Однако чрезмерное удлинение начального криволинейного участка, как и его отсутствие, может отрицательно сказаться на качестве изображения. Поэтому при оценке позитивной кинопленки целесообразно определять полезный интервал плотностей *(ADg)* и средний градиент *(g)*.

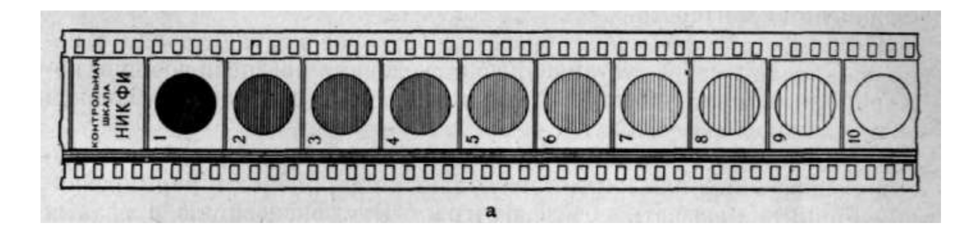
Таблица 13

Цветные позитивные кинопленки

Производство	Название кинопленки		Вид изображения
Отечественное	ЦП-8Р		Позитив с негатива и контратипа нормального контраста
	ЦП-11		Позитив с негатива и контратипа повышенной резкости
	ЦО-6		Позитив с обращенного позитива
ORWO	Positiv PC-7		Позитив с негатива и контратипа нормального контраста
Kodak	Print Film	5381/7381	Позитив с негатива и контратипа нормального контраста
	SP Print Film	5383/7383	Позитив с негатива и контратипа повышенного контраста
	TV Print Film	5638/7638	Позитив с негатива и контратипа пониженного контраста
	R Print Film	7389	Обращенный позитив с обращенного позитива
	Print Film	7390	Обращенный позитив с обращенного позитива
	VN Print Film	7399	Обращенный позитив с обращенного позитива
AGFA-GEVAERT	Print Film	986	Позитив с негатива и контратипа нормального контраста
	Print Film	984	Позитив с негатива и контратипа повышенного контраста
FUJIFILM	Positive		Позитив с негатива и контратипа нормального контраста

Кинопленки, на которых печатают позитивы для показа по телевидению, имеют контрастность, пониженную на 15% в области малых и на 30% — в области больших плотностей.

Отечественная цветная позитивная кинопленка ЦП-11 имеет следующие характеристики: светочувствительность — 0,75 ед. ГОСТ; баланс светочувствительности — не более 2,0; коэффициент контрастности — 3,0±0,3; баланс контрастности — не более 0,40; средний градиент — 1,9±0,2; баланс по среднему градиенту — не более 0,30; оптическая плотность вуали для каждого из слоев — не более 0,15;



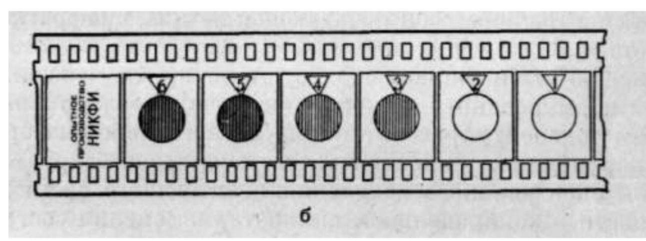


Рис. IV.2. Контрольная шкала для сквозного фотографического контроля: *а* — для черно-белого изображения, б — для цветного изображения

максимальная оптическая плотность на прямолинейном участке характеристической кривой — не менее 3,0; гранулярность за зеленым светофильтром — не менее 1,0, за красным светофильтром — не менее 1,3; частотно-контрастная характеристика зеленочувствительного слоя — не менее 0,75, красночувствительного слоя — не менее 0,4; температура плавления светочувствительного слоя — не менее 50°; ударная прочность при 40°С — не менее 50 кгс-см/см^3; усадка — не более 0,4%; скручиваемость — не более 3,5 мм.

В табл. 13 даны характеристики цветных позитивных кинопленок.

Цветные позитивные кинопленки принято **нормировать**, особенно когда они различны по светочувствительности или балансу светочувствительности. Под нормированием понимают подбор условий специального экспонирования во время печатания, приводящих разные типы или партии позитивных кинопленок к одинаковым значениям по светочувствительности и по балансу светочувствительности. Эти условия действительны только для тех копировальных аппаратов и процессов в проявочных машинах, для. которых они подобраны.

Для нормирования отбирают от каждого типа или партии по одной коробке кинопленки. Образцы из отобранных коробок склеивают в рулон. Затем на образцах печатают внутрикадровую или покадровую контрольную шкалу (рис. IV. 2). Печатание ведут со стандартными экспозициями копировального аппарата.

Контрольные шкалы снимают на негативных кинопленках того же вида, что и кинопленка, на которую производилась съемка фильма и с которой будет изготовлен позитив на нормированной позитивной кинопленке. Для контрольных шкал обязательно их правильное экспонирование при съемке и доброкачественность негативных кинопленок по балансности.

После фотографической обработки образцов визуально или с помощью денситометра устанавливают условия, обеспечивающие получение позитива контрольной шкалы заданной плотности и близкой к нейтрально-серому тону.

Специальную экспозицию (общую и спектральную), приводящую разные типы или партии позитивных кинопленок к нормированной, принято называть *балансной*. Эту экспозицию в разных копировальных аппаратах осуществляют различно, например дозированием спектральных зон печатающей лампы, диафрагмами с цветными светофильтрами и т. д.

Балансную экспозицию используют во время печатания изображения на нормированные кинопленки, дополнительно к цвето-экспозиционному паспорту, рассчитанному на негативное изображение.

При нарушениях технологического позитивного процесса, как-то: изменении спектрального излучения печатающего света или уровня освещенности в копировальном аппарате, изменении состава проявителя или режима проявления и т. д.— балансная экспозиция также изменяется.

§ 24. Копировальный аппарат

Печатание изображения осуществляют на копировальном аппарате.

Многочисленные копировальные аппараты различают по способу печатания, транспортированию кинопленок и экспонированию во время печатания.

Способ печатания может быть контактным и оптическим.

При *контактном* печатании фотографический слой негативной кинопленки плотно прижат к светочувствительному слою позитивной кинопленки. Контакт между кинопленками обеспечивается прижимными устройствами механического, пневматического или электромеханического типов. Контактное печатание всегда дает изображение в масштабе 1:1. Этот способ печатания прост, мало изнашивает негатив, так как слои кинопленок защищают друг друга.

При *оптическом* печатании негативное изображение проецируется объективом на светочувствительный слой позитивной кинопленки, расположенной на некотором расстоянии от негатива. Оптическое печатание позволяет изменять масштаб, т. е. получать увеличенные или уменьшенные изображения по сравнению с негативом.

Транспортирование кинопленок может быть прерывистым и непрерывным.

В копировальных аппаратах с *прерывистым* передвижением кинопленок происходит покадровое печатание изображения. Транспортирование кинопленок происходит с помощью грейферных или мальтийских механизмов. Негатив и позитивная кинопленка в момент печатания неподвижны в экспозиционном-окне аппарата, во время перерыва в экспонировании кинопленки перемещаются на один кадр. Передвижение кинопленок и экспозиция имеют регулярно повторяющийся прерывистый характер. Поток экспонирующего света в период передвижения кинопленок перекрывается обтюратором.

Для достижения высокой точности фиксации обеих кинопленок в копировальных аппаратах применяют контргрейферный механизм, исключающий смещение кинопленок относительно друг друга.

В копировальных аппаратах с *непрерывным* движением кинопленок их транспортирование производится зубчатым барабаном, между ребордами которого экспонирующий свет проходит к окну-щели. Шаг барабана рассчитан на шаг перфорации кинопленки с нормированной усадкой. Однако из-за различия усадок у обработанной кинопленки (негативной) и необработанной (позитивной) и разного расположения зубьев на барабане всегда имеет место проскальзывание кинопленок во время экспонирования, что приводит к некоторой потере резкости изображения.

Контакт кинопленок на зубчатом барабане у экспозиционного окна-щели достигается за счет их натяжения специальными роликами или другими подобными устройствами.

Экспонирование во время печатания осуществляется различными светооптическими системами.

Светооптические системы рассчитывают так, чтобы освещенность в экспозиционном окне копировального аппарата обеспечивала экспозицию, достаточную для получения изображения на кинопленках с наименьшей светочувствительностью. Освещенность зависит и от производительности копировального аппарата. Чем она больше, тем выше должна быть освещенность в экспозиционном окне. Также обязательным требованием к светооптической системе является равномерное и постоянное освещение экспозиционного окна.

Равномерность освещения экспозиционного окна достигается применением специальных оптических устройств или установкой в световой поток рассеивающих сред, например матового стекла.

Постоянство освещенности экспозиционного окна обеспечивается электропитанием лампы через стабилизатор напряжения. Изменение освещенности может быть вызвано тем, что в процессе горения лампы происходит распыление вольфрамовой нити и осаждение ее частиц на колбе. В результате падает освещенность и меняется состав излучения. Чтобы лампа работала устойчиво, ее до установки в копировальный аппарат подвергают предварительному отжигу. Разумеется, что лампа должна быть точно установлена относительно оптической системы осветителя. На рис. IV. 3, приведено несколько светооптических систем.

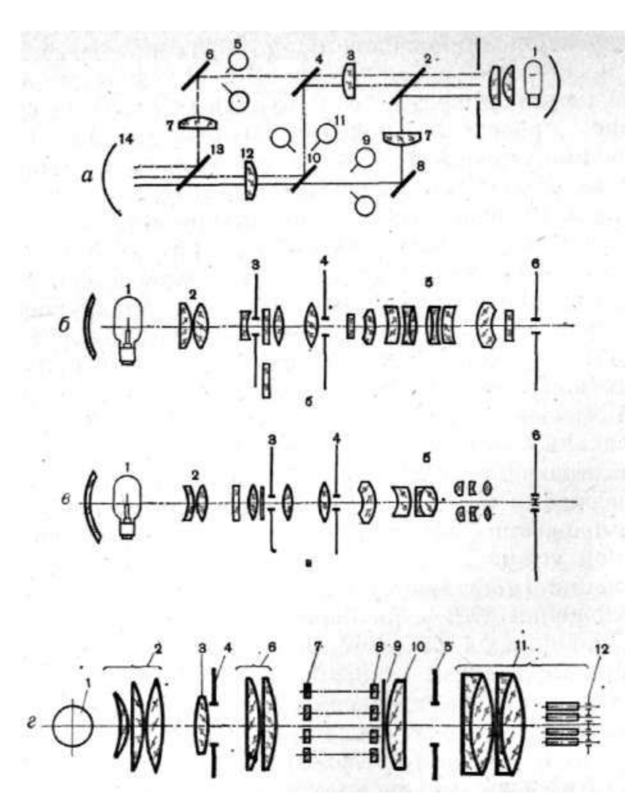


Рис. IV.3. Светооптические системы копировальных аппаратов: *а* — для контактного печатания с непрерывным движением кинопленок: *1* — источник света; *2* — интерференционный светофильтр, отражающий красные и пропускающий зеленые и синие лучи; *3* — линза; *4* — интерференционный светофильтр, отражающий зеленые лучи; *5* — световой клапан, регулирующий дозу экспозиции; *6* — интерференционный светофильтр, отражающий синие лучи; *7* — линза; * — интерференционный светофильтр, отражающий красные лучи; *9* — световой клапан, регулирующий дозу экспозиции; *10* — интерференционный светофильтр, отражающий зеленые лучи; *11*— световой клапан, регулирующий дозу экспозиции; *12* — линза; *13* — интерференционный светофильтр, отражающий дозированные лучи; *14* — экспозиционное окно;
б — для оптического печатания в масштабе i : i; *l* — источник света, *г* — конденсор, *3* — канал для экспозиционного паспорта, *4* — экспозиционное окно для негатива, 5 — объектив, *в* — экспозиционное окно для позитивной кинопленки;
в — для оптического печатания с 35-мм кинопленки на 32-мм кинопленку (2x16): *1* — источник света, *2*— конденсор, *8* — канал для экспозиционного паспорта, *4* — экспозиционное окно для негатива, 5 — объективы, *в* — экспозиционное окно для позитивной кинопленки;
г — для оптического печатания с 35-мм кинопленки мелкоформатных изображений (4x6): *1* — источник света, *2* — конденсор, *3* — линза, *4* — канал для экспозиционного паспорта, *5* — экспозиционное окно для негатива, *6* — осветительные линзы, 7—*8* — вспомогательные линзы, 9 — экспонирующая поверхность, *10* — линза, *11* — система объектива, *12* — экспозиционное окно для позитивной кинопленки

В копировальных аппаратах есть устройства, регулирующие экспозицию и, если нужно, спектральный состав света в экспонирующем окне. Эти устройства называют паспортными механизмами. Они различны по конструкции и по минимальному времени, в которое возможно установление экспозиции для печатания изображения. Паспортные механизмы относятся к наиболее важным узлам копировального аппарата, от них в значительной степени зависит работа копировального аппарата и процесс печатания изображения.

Изменение экспозиции в окне копировального аппарата может быть механическим и электрическим.

При механическом регулировании световой пучок, освещающий экспозиционное окно копировального аппарата, диафрагмируют различными устройствами: круглыми отверстиями, специальными клапанами и т. д.

При электрическом регулировании происходит изменение яркости лампы путем подключения сопротивления к ее клеммам. При изменении накала нити лампы одновременно с яркостью меняется и спектр излучения, что недопустимо для печатания на цветные кинопленки. Поэтому электрическое регулирование экспозиции применяют крайне редко.

Количество возможных экспозиций в копировальном аппарате составляет 20 и больше ступеней. Величина, на которую изменяется экспозиция при переходе от одной ступени к другой, называется модулем экспозиций и обычно равна 10—15%.

В копировальных аппаратах с прерывистым движением кинопленок смена экспозиций происходит в момент, когда световой поток перекрыт обтюратором, поэтому переключение экспозиции незаметно на изображении.

В копировальных аппаратах с непрерывным транспортированием кинопленок переключение экспозиций происходит во время их движения. Поэтому участок кинопленки, на котором происходило переключение экспозиции, по плотности изображения отличается от нормально экспонированного. Чем быстрее срабатывает паспортный механизм, тем меньше оказывается кадров с неправильно экспонированным изображением. Эти изображения заметны при проекции фильма и мешают зрительному восприятию.

Экспозиции в копировальных аппаратах можно устанавливать в различных сочетаниях и неограниченное количество раз. Переключение экспозиций в одних аппаратах возможно через 6—9 кадров, в других — через 1—2 кадра и т. д.

Регулирование спектра излучения при печатании цветных изображений возможно двумя способами: аддитивным и субтрактивным.

При аддитивном способе в экспозиционное окно копировального аппарата направлено три зональных потока (синий, зеленый и красный), которые смешиваются во время экспонирования кинопленки. Зональные потоки создаются различно. Наиболее часто с помощью интерференционных светофильтров. Они изготовляются путем нанесения тонких диэлектрических покрытий с контролируемыми параметрами. Эти светофильтры почти не обладают собствен-

ным поглощением света, вследствие чего их коэсрсрициен i >
действия заметно выше, чем у абсорбционных — из окрашенного стекла. Многослойное покрытие обеспечивает заданный ход кривой спектрального пропускания легче по сравнению со стеклянными светофильтрами, окрашенными в массе, из-за ограниченного количества возможных вариантов красителей для последних. Для интерференционных светофильтров могут быть использованы термостойкие стеклянные подложки, обеспечивающие большой срок их службы.

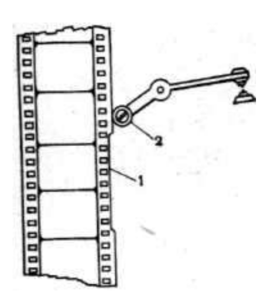


Рис. IV.4. Схема действия боковой просечки на кинопленке для переключения экспозиции в копировальном аппарате: *2* — боковая просечка на кинопленке, *2* — щуп датчика переключателя в фильмовом канале копировального аппарата

Интерференционные светофильтры создают стабильный по спектральному составу свет и обеспечивают высокое качество цветопередачи на кинопленке. Спектральный состав света определяется долей каждого зонального потока до их смешения. Доля участия управляется специальным устройством, устанавливаемым в зональном потоке. Изменение каждой экспозиции происходит точно и в очень короткие промежутки времени, ступенчато по логарифмическому закону.

При субтрактивном способе регулирование спектрального состава света осуществляется введением в световой поток пленочных светофильтров (желтого, пурпурного и голубого). Они недостаточно светопрочны и часто бывают нестандартными по плотности и цвету.

Паспортные механизмы могут быть с автоматическим, полуавтоматическим и ручным управлением.

Паспортный механизм с автоматическим управлением имеет программное устройство. Оно состоит из датчика импульсов, включающего механизм в конце печатаемого фрагмента, и узла, скачкообразно передвигающего экспозиционный паспорт. Датчики импульсов весьма различны. Во многих копировальных аппаратах датчики установлены в фильмовом канале (рис. IV. 4) и рассчитаны на боковые просечки, сделанные на негативе. Просечки на участке склейки двух фрагментов ослабляют склейку, так как край кинопленки оказывается срезанным у самой перфорации. В результате края кинопленки легко повреждаются и вызывают неправильное срабатывание датчиков, что в свою очередь приводит к сбою экспозиционного паспорта.

Существует много способов, исключающих необходимость вырубать боковые просечки на негативе. Например, делать просечки на кинопленке с фонограммой, на специальной сопроводительной ленте, или получать импульсы, создаваемые фотоэлементом, магнитной приставкой и другими приспособлениями, срабатывающими от отметок на кинопленке, с которой печатается изображение.

Экспозиционный паспорт представляет собой программную ленту, подобную перфокартам, применяемым в счетно-решающих машинах. На ленте зафиксированы в должной последовательности величины экспозиций для печатания каждого фрагмента фильма. Вид

паспорта обусловливается конструкцией программного устройства в копировальном аппарате. Большинство паспортов регулирует не только экспозицию, но и спектральный состав печатающего света. Наиболее распространенные экспозиционные паспорта приведены на рис. IV. 5.

Программная лента в паспортном механизме копировального аппарата обеспечивает режим экспонирования каждого фрагмента.

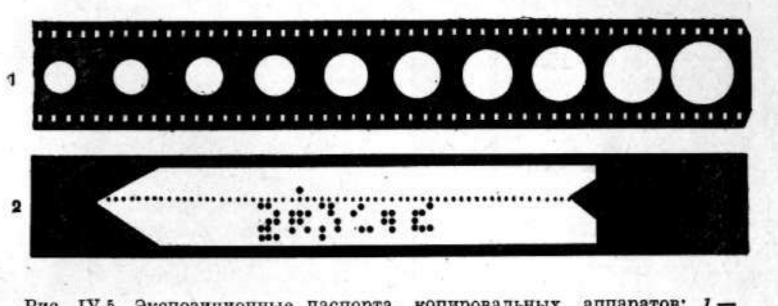


Рис. IV.5. Экспозиционные паспорта копировальных аппаратов: *1* — диафрагменный, *2* — цифровой

После того как фрагмент напечатан, лента автоматически перемещается и устанавливает экспозицию для следующего фрагмента. Обычно паспорт после окончания печатания всего изображения останавливает работу копировального аппарата.

Есть приборы, с помощью которых можно пересчитать и изготовить вместо аддитивного паспорта субтрактивный и наоборот.

В копировальных аппаратах с полуавтоматическим регулированием экспозиций переключение их происходит во время движения кинопленок. В этом случае по звуковому или какому-либо другому сигналу, подаваемому заблаговременно датчиком, устанавливают необходимую экспозицию для печатания фрагмента. Полуавтомат срабатывает в момент перехода от одного фрагмента к другому и обеспечивает нужное экспонирование изображения.

Копировальные аппараты с ручным регулированием экспозиций обычно имеют сменные диафрагмы, устанавливаемые в светооптической системе.

Копировальные аппараты с полуавтоматическим и ручным регулированием экспозиций применяют редко, например для печатания с выравненных по плотности и цвету контратипов.

Различные сочетания способов печатания, транспортирования кинопленок и регулирования экспозиций позволили создать четыре типа копировальных аппаратов.

1. Аппараты с контактным печатанием при прерывистом передвижении кинопленок, например копировальный аппарат 25НКТ-1 (рис. IV. 6). Негатив и позитивная кинопленка вытягиваются из кассет посредством зубчатого барабана и, образуя свободную петлю, поступают в фильмовый канал с экспозиционным окном. Кинопленки

в фильмовом канале передвигаются прерывисто посредством грейфера. Хрусталик, установленный в пульсирующей рамке, обеспечивает контакт кинопленок в момент печатания изображения. Экспонирование производится лампой накаливания через матовое стекло или светооптическую систему. Обтюратор служит для перекрывания светового потока во время смены кадров. После фильмового канала кинопленки, образуя свободную петлю, с помощью барабана наматываются на разные приемные кассеты.

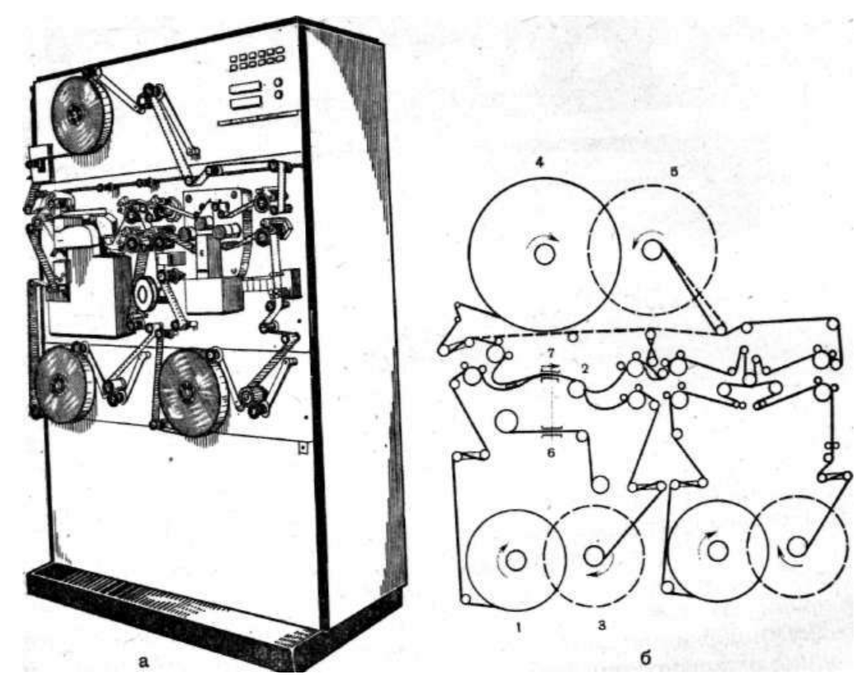


Рис. IV.6. Общий вид копировального аппарата 25НТК-1 (а) и его схема (б) для контактного печатания с прерывистым движением кинопленок и с аддитивным регулированием экспозиций: *1* — подающая кассета для негатива, *2* — барабан мальтийского креста, *3* — принимающая кассета для негатива, *4* — подающая кассета для позитивной кинопленки, 5 — принимающая кассета для позитивной кинопленки, 6 — канал для экспозиционного паспорта, *7* — экспозиционное окно

2-. Аппараты с контактным печатанием при непрерывном движении кинопленок. К ним относятся копировальные аппараты: 12Р-23 и фирмы Bell & Howell (рис. IV. 7 и IV.8). Негатив и позитивная кинопленка зубчатыми барабанами вытягиваются из кассет и через натяжные и направляющие ролики поступают на барабан со щелью, через которую происходит экспонирование изображения лампой накаливания, являющейся частью светооптической системы. С помощью направляющих роликов и зубчатых барабанов кинопленки после экспонирования наматываются на принимающие кассеты. Контакт кинопленок обеспечивается различными способами: например,

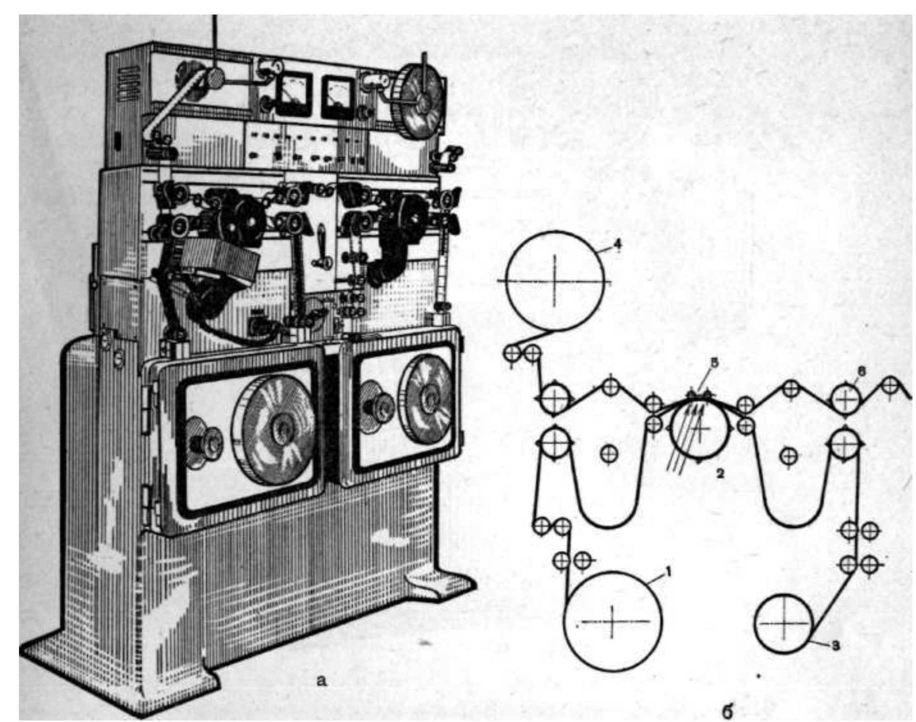


Рис. IV.7. Общий вид копировального аппарата 12Р-23 (а) и его схема (б) для контактного печатания с непрерывным движением кинопленок и с аддитивным регулированием экспозиций: *1* — подающая кассета для негатива, *2* — экспонирующий барабан, *3* — принимающая кассета для негатива, *4* — подающая кассета для позитивной кинопленки, *5* — контактирующее устройство экспонирующего барабана, 6 — барабан, направляющий позитивную кинопленку в принимающую кассету

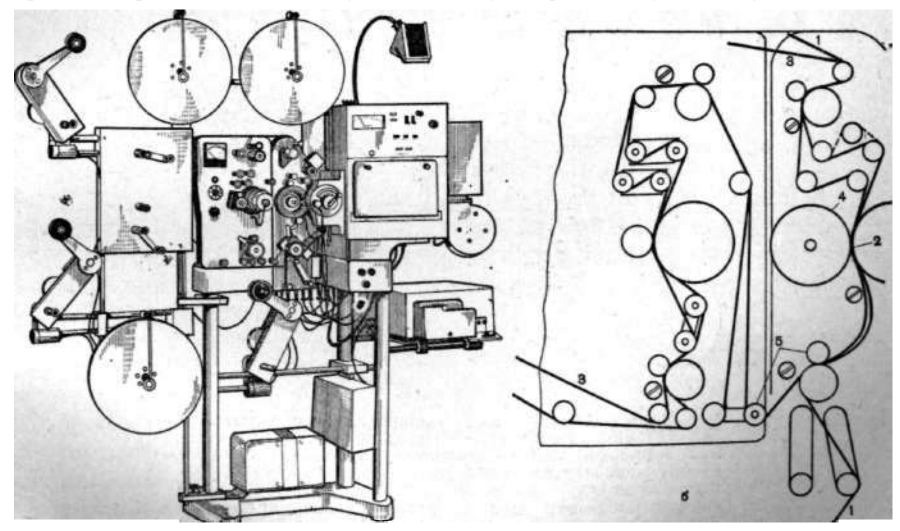
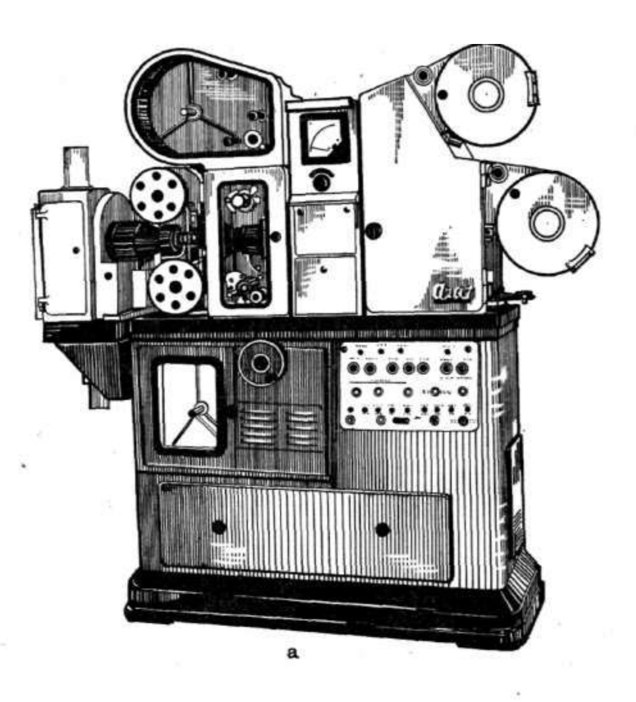


Рис. IV.8. Общий вид копировального аппарата Bell & Howell (а) и его схема (б)для контактного печатания с непрерывным движением кинопленок и с аддитивным р.егули рованием экспозиции: i - негативная кинопленка, « —экспонирующий барабан *- позитивная кинопленка, *4* - контактирующее устройство экспонирующего барабана. 5 _ барабаны, направляющие позитивную кинопленку для печатания фонограммы



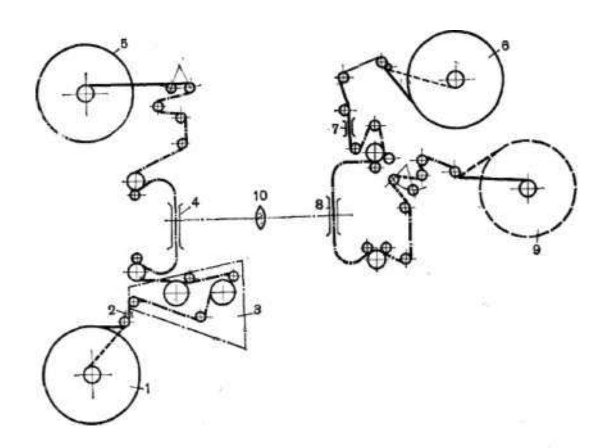


Рис. IV.9. Общий вид копировального аппарата 23ЛТО-1 (*а*) и его схема (*б*) для оптического печатания с прерывистым движением кинопленок: *1* — подающая кассета для кинопленки с изображением, *2* — пылеочиститель, *3* — иммерсионная приставка, *4* — фильмовый канал для негатива, *5* — принимающая кассета для негатива, *6* — подающая кассета для позитивной кинопленки, *7* — пылеочиститель, *8* — фильмовый канал для позитивной кинопленки, *9* — принимающая кассета для позитивной кинопленки; *10* — оптическая система

натяжением обеих кинопленок специальными барабанами, прижим-* ными роликами, пневматическими устройствами и т. д.

3. Аппараты с оптическим печатанием при прерывистом транспортировании кинопленок, например аппарат 23ЛТО-1 (рис. IV. 9) • Негатив посредством зубчатого барабана вытягивается из кассеты и направляется в фильмовый канал с экспонирующим окном. Позитивная кинопленка с помощью зубчатого барабана движется из кассеты к экспонирующему окну фильмового канала в противоположном направлении по отношению к негативу. Экспонирование негатива происходит светооптической системой, имеющей лампы и объектив,, который обеспечивает получение оптического изображения требуемого размера. Обтюратор во время перехода кинопленок от одного кадра к другому перекрывает световой поток. Важнейшее условна работы такого копировального аппарата — это строгая синхронность грейферных механизмов в обоих фильмовых каналах.

4. Аппараты с оптическим печатанием при непрерывном движении кинопленок. С помощью зубчатого барабана из кассеты негатив направляется в фильмовый канал со щелью, через которую ведется экспонирование изображения. Позитивная кинопленка из кассеты зубчатым барабаном направляется во второй фильмовый канал, где она и экспонируется. Печатание осуществляется светооптической системой с объективом и источником света. Копировальные аппараты этого типа применяются крайне редко, так как сложно достичь полной синхронности в движении обеих кинопленок.

Лампа или светооптическая система помещается в светонепроницаемый фонарь, являющийся частью копировального аппарата. При использовании мощного источника света применяют принудительное охлаждение. Почти во всех копировальных аппаратах параллельно с печатанием изображения можно печатать и фотографическую фонограмму. Печатание фонограммы ведется при непрерывном движении кинопленок в аппарате.

В копировальных аппаратах с прерывистым транспортированием кинопленок для печатания фотографической фонограммы предусмотрен специальный барабан. В копировальных аппаратах с непрерывным движением кинопленок фотографическая фонограмма печатается на том же барабане, на котором печатается изображение.

Копировальные аппараты изготовляют двух типов: для работы в помещении, освещаемом неактиничным для кинопленок светом и: для работы в светлом помещении.

Аппараты, рассчитанные на работу в светлом помещении, имеют светонепроницаемую камеру для лентопротяжного механизма, транспортирующего кинопленки, и кассеты.

Многие копировальные аппараты снабжены блокировочными устройствами, предусматривающими автоматическую остановку аппарата при окончании печатаемого изображения, а также в случае обрыва кинопленки, перегорания лампы, нарушения в зарядке и т. д.

Копировальные аппараты с оптическим печатанием предназначены для различных целей. С их помощью можно получать изображения в увеличенном или уменьшенном масштабе по сравнению с

изображением, с которого производится печатание; делать комбинированные изображения путем впечатывания нескольких изображений; переводить изображение с одного формата кадра на другой с выбором по его полю; печатать изображение на обращаемую кинопленку и т. д. Оснащая копировальный аппарат разными приспособлениями, можно анаморфированное изображение перевести на нормальное (дезанаморфировать), и наоборот; сделать затемнения с помощью обтюратора, изменяющего угол раскрытия во время печатания изображения; размножить или сократить количество кадров в позитиве по отношению к имеющимся кадрам в негативе; впечатать маски, каше и др.

Копировальные аппараты с оптическим печатанием нашли широкое применение при производстве разноформатных фильмов.

Многие копировальные аппараты, особенно используемые для . перевода изображения с одного формата на другой, имеют приставки для иммерсионного печатания. При этом способе печатания на поверхность негативной кинопленки наносится жидкость, показатель преломления которой близок к показателю преломления фотографического слоя и подложки. Жидкость образует гомогенную систему, благодаря которой царапины, потертости и другие дефекты на поверхности кинопленки не пропечатываются. Изображение получается без дефектов, повышенной резкости, чистоты, лучше воспроизводит мелкие детали и с менее заметной зернистостью, чем напечатанное обычным способом.

Приставки устроены так, что жидкость равномерно смачивает кинопленку до экспонирования. В качестве жидкостей используют тетрахлорэтилен, метилхлороформ или во время экспозиции декагидронафталин и др. Они токсичны и летучи, вследствие чего приставки сделаны герметичными, с устройствами, отсасывающими жидкость с поверхности кинопленки после ее экспонирования. Кинопленку, предназначенную для иммерсионного печатания, подвергают ультразвуковой очистке.

На предприятиях, занимающихся контратипированием изобраячения, промежуточные материалы всегда печатаются с иммерсионными приставками.

К наиболее сложным копировальным аппаратам с оптическим печатанием относятся аппараты для изготовления комбинированных изображений и других специальных способов печатания. Такие аппараты часто называют трюкмашинами. Они обычно состоят из одного или нескольких проекторов, используемых для проекции изображения, и киносъемочного аппарата, который можно перемещать вниз, вверх, вправо и влево по отношению к проецируемому изображению. Между проекционными и съемочными аппаратами помещены оптическая система и другие устройства. Этими копировальными аппаратами можно делать следующие работы: ускорять или замедлять движение в фильме путем уменьшения или увеличения количества кадров по отношению к оригиналу, с которого производится печатание; изменять направление движения объекта в кадре; наклонять, качать, вращать изображение; вводить в фильм затемнения,

наплывы, шторки и маски; впечатывать в кадр разные изображения; размножать один или несколько кадров; изменять характер изображения диффузионными, цветными и прочими светофильтрами и т. д.

Все копировальные аппараты в процессе их эксплуатации периодически проверяют на устойчивость изображения — качание кадра по вертикали и горизонтали, на резкость печатания, на отсутствие скольжения и т. п. Для этого на копировальном аппарате печатают специальные контрольные фильмы, изготовленные на безусадочной кинопленке.

§ 25. Печатание

В процессе производства фильма изготовляют различные виды позитивов: рабочие, контрольные, промежуточные и эталонные.

Рабочий — позитив, сделанный с негатива, снятого в процессе работы по фильму. Рабочий позитив служит черновым материалом, который многократно просматривают и монтируют. Чтобы темп съемок был ритмичным и съемочная группа в случае необходимости могла внести коррективы в свою работу, рабочий позитив должен быть изготовлен в наикратчайший срок — желательно в промежуток времени между съемками.

Контрольный — позитив, отпечатанный со смонтированного негатива изображения и негатива фонограммы, синхронных между собой. Контрольный позитив по изображению и звучанию должен отвечать художественному замыслу создателей фильма.

Промежуточный — позитив с негатива для изготовления комбинированных изображений, для печатания контратнпов (стр. 174) и других подобных работ.

Эталонный — позитив, оптимальный по изготовлению и служащий образцом для производства фильмокопий (стр. 188).

При изготовлении любых видов позитивов необходимо корректирование или цветокорректирование.

Корректирование — определение экспозиции для печатания изображения. Доброкачественные негативы отдельных сюжетов часто оказываются различными по плотности. Даже тщательный экспонометрический расчет во время съемки и сенситометрический контроль технологии обработки кинопленок не всегда могут обеспечить стандартность негативов по плотности.

Позитив, изготовленный с различных по плотности негативов, без соответствующих экспозиционных поправок при печатании, оказывается не выравненным по плотности. Эта пестрота в позитиве портит впечатление о фильме и мешает нормальному восприятию его зрителем. Выравненный по плотности позитив получают путем подбора в копировальном^ аппарате экспозиций, корректирующих и выравнивающих плотности изображения. Этот процесс корректирования иногда называют установкой света.

Определение режима печатания позитива с черно-белого негатива возможно несколькими способами: по экспозиционным пробам с негатива, сделанным в киносенситометре; по экспозиционным про-

бам со срезок негатива, напечатанным в копировальном аппарате; по сопоставлению рабочего негатива с эталонными негативами и по визуальной оценке негатива.

Корректирование с помощью киносенситометра (рис. IV. 10) позволяет получить с каждого фрагмента негатива ряд позитивов — экспозиционную пробу. По конструкции киносенситометры различны, многие из них приспособлены для работы в светлом помещении. Экспозиции в этих приборах регулируют барабанами с вырезами, серыми светофильтрами и другими способами. Экспозиции в киносенситометре строго согласованы с копировальным аппаратом, на котором производят печатание позитива. Обычно количество кадров в экспозиционной пробе вдвое меньше числа экспозиций копировального аппарата.

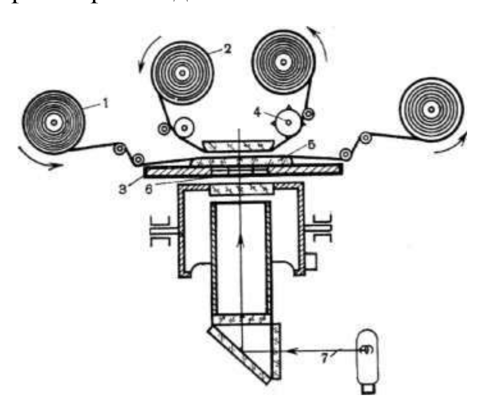
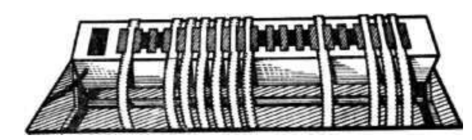


Рис. IV. 10. Схема киносенситометра: *1* — негатив, *2* — позитивная кинопленка, *3* — фильмовый канал, *4* — тянущий зубчатый барабан, протягивающий позитивную кинопленку после экспонирования, 5 — экспозиционное окно, *6* — модулятор экспозиций, *7* — осветительное устройство

Экспозиционную пробу делают так: зарядив в киносенситометр позитивную кинопленку и негатив, печатают изображение, наиболее характерное для рабочего негатива или фрагмента смонтированного фильма. Участок в негативе выбирают во время его перемотки в фильмовом канале прибора. Экспозиционную пробу делают на позитивной кинопленке, на которой будет печататься весь негатив, и обрабатывают пробу в стандартных условиях.


Рис. IV.11. Фонарь для просмотра экспозиционных проб

Рассматривая экспозиционные пробы в смотровом фонаре (рис. IV. 11) или на монтажном столе, корректор определяет экспозицию для печатания каждого изображения, обеспечивающую получение позитива наилучшего качества. При корректировании смонтированного негатива фильма подбирают такой режим печатания, который позволит получить не только оптимальное изображение по каждому фрагменту, но и выравненный по плотности позитив. Киносенситометр упрощает операцию по определению режима печатания негатива и позволяет корректору установить режим печатания, не прибегая к повторному корректированию. Однако большого распространения прибор не получил, так как на изготовление экспозиционных проб требуется много времени.

Корректирование по экспозиционным пробам со срезок негатива, напечатанным в копировальном аппарате, ведут так: четырехкадровые и десятикадровые срезки разных по плотности негативов печатают при рабочих экспозициях копировального аппарата. До печатания срезки номеруют в порядке склейки негативов в рулон. Изготовление экспозиционных проб должно полностью соответствовать производственным условиям. По изображениям в пробах корректор устанавливает экспозицию для печатания каждого рабочего негатива. При корректировании смонтированного негатива срезки от каждого фрагмента склеивают в рулон, называемый **установочным роликом**, в том порядке, в каком смонтирован негатив фильма. Этот ролик печатают в копировальном аппарате при рабочих экспозициях. После фотографической обработки ролика корректор определяет экспозицию для печатания каждого фрагмента, добиваясь нормального и ровного по плотности позитива по всему фильму. Чтобы правильно установить экспозицию для всех смонтированных негативов, установочный ролик корректируют несколько раз. Как правило, контрольный позитив, напечатанный на основании установочного ролика, требует дополнительного корректирования, так как срезки не всегда точно соответствуют основному негативу, смонтированному в фильм.

Корректирование негатива путем сопоставления с эталонными негативами, представляющими собой набор срезок различных по плотности негативов, на которых указан режим печатания, обеспечивающий получение удовлетворительных позитивов, ведется так: корректор подбирает к рабочим негативам эталоны и по ним устанавливает экспозицию для печатания каждого негатива. Этот способ также требует многократного перепечатывания негатива с внесением экспозиционных поправок.

Часто режим печатания устанавливают без печатания экспозиционных проб. В этом случае корректор просматривает в проходящем свете на монтажном столе негатив, оценивает визуально его плотность и определяет экспозицию для копировального аппарата.

Многочисленные наблюдения показывают, что даже высококвалифицированные корректоры один и тот же негатив оценивают неодинаково. Колебания в оценке негатива выражаются в одну-две экспозиционные ступени копировального аппарата. Визуальное корректирование смонтированного негатива фильма сложнее, чем рабочего материала, так как при печатании смонтированного негатива необходимо не только выбрать правильную экспозицию для каждого фрагмента, но и выравнять позитив по плотности. Это выравнивание усложняется тем, что одинаковые фрагменты, находящиеся в разных частях фильма, должны быть напечатаны одинаково. Поэтому корректор должен обладать очень хорошей зрительной памятью, чтобы запоминать экспозиции при которых следует печатать фрагменты, повторяющиеся в разных частях фильма. Визуальный способ определения режима печатания требует многократного корректирования позитива. Во время корректирования на негативе делают отметки — боковые просечки, металлические наклейки, магнитные пометки и т. д., по которым датчики копировального аппарата переключают экспозиционный паспорт. После определения режима печатания изготовляют экспозиционный паспорт для печатания негатива.

При печатании позитивов с цветных негативов помимо экспозиционного корректирования необходимо цветокорректирование — подбор печатающего света по спектральному составу, с помощью которого достигается правдивое по цвету и плотности изображение в позитиве.

Необходимость в цветокорректировании вызывается отклонениями баланса частичных слоев в негативе. Нарушение баланса может происходить от свойств негативных кинопленок, условий съемки, режимов фотографической обработки и многих других причин.

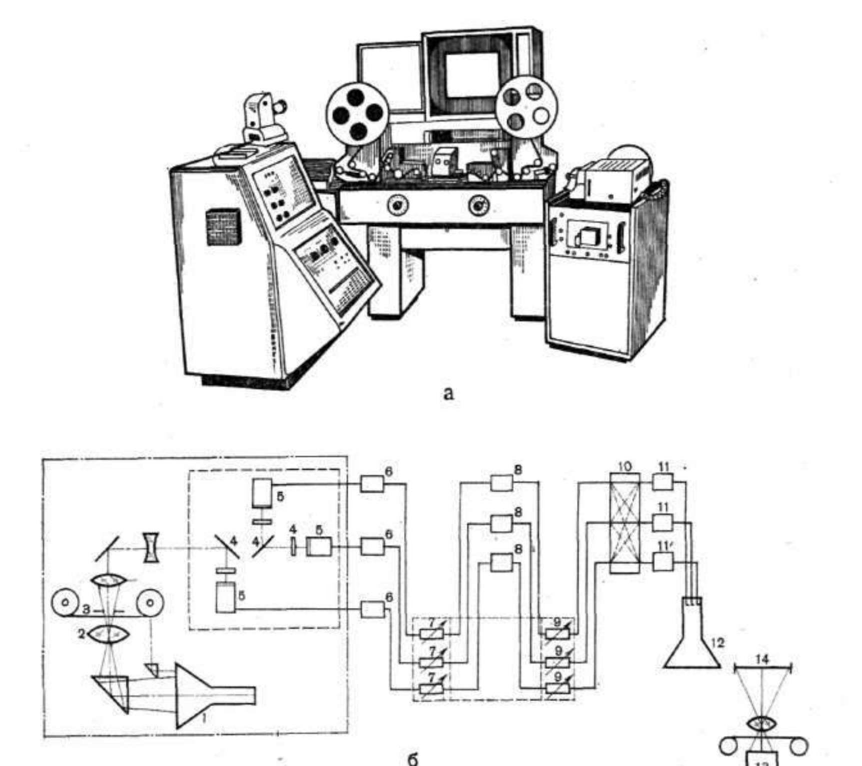


Рис. IV.12. Цветоанализатор (а) и его схема (б): *1* — проекционный кинескоп, *2* — объектив, *3* — негатив, *4* — интерференционные светофильтры, *6* — фотоумножители, *в* — усилители-корректоры; *7* — регуляторы экспозиций, * — преобразователи, *9* — гамма-корректоры; *Ю* — матрица, *11* — экспоненциальные преобразователи, *12* — цветной кинескоп, *13* — диапроектор, *14* — экран для диапроекции

В зависимости от конструкции копировального аппарата цветокорректирование ведут по аддитивному или субтрактивному способу.

При аддитивном способе определяют ступени в трех спектральных световых потоках, действующих во время печатания изображения, и интенсивность экспонирующего света в копировальном аппарате.

Для цветокорректирования пользуются цветоанализаторами. Большинство цветоанализаторов представляет собой замкнутую телевизионную систему, основанную на развертке корректируемого изображения бегущим лучом через синий, зеленый и красный светофильтры — интерференционные светофильтры. Цветоделенные изображения воспроизводятся на экране электронно-лучевой трубки в виде трехцветного изображения. С помощью специального пульта можно регулировать яркость и цвет в изображении на экране. Выбранные условия для печатания изображения отмечают на паспортной ленте — цветоэкспозиционном паспорте. С этим паспортом и производят печатание в копировальном аппарате.

По упрощенной схеме цветоанализатор (рис. IV. 12), моделируя получение цветного позитивного изображения, преобразует в электрические сигналы кривые спектрального пропускания красителей, составляющих негативное изображение и его градационные характеристики. Также преобразуются кривые спектральной чувствительности слоев позитивной цветной кинопленки и ее характеристические кривые. Одновременно моделируются операции печатания негатива копировальным аппаратом на позитивную кинопленку и ее фотографическая обработка.

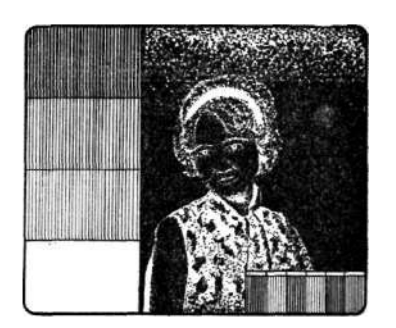


Рис. IV. 13. Эталонное изображение, по которому калибруют цветоанализатор для работы

Прежде чем начать работать с цветоанализатором, его необходимо согласовать с процессом печатания в копировальном аппарате по эталонному изображению. Это изображение обычно содержит шкалу и портрет (рис. IV.13). Для согласования эталонного негатива изготовляют эталонный позитив. Эталонный негатив и позитив с него должны быть сделаны на тех кинопленках, которые участвуют в данном процессе. Согласование цветоанализатора осуществляют ежедневно перед началом работы и дополнительно, если определение экспонирования ведут для разных кинопленок. Согласовывая цветоанализатор, сличают два изображения — изображение с негатива на кинескопе и изображение с позитива на экране диапроектора. Достигнув идентичности изображений, приступают к производственной работе.

Устанавливая экспозиционый режим печатания рабочего негатива, его помещают в фильмовый канал цветоанализатора. Затем регулируют каждый из его каналов, добиваясь правдоподобного позитивного изображения, придерживаясь табл. 14. Регулирование каналов осуществляют по правилу: при вращении ручки красного канала по часовой стрелке в изображении усиливается красный цвет, а при вращении в обратную сторону происходит ослабление красного цвета и усиление голубого. При вращении по часовой стрелке ручки зеленого канала усиливается зеленый цвет, а при вращении в об-

Таблица 14

Корректирование изображения по аддитивному способу

Изображение цветоанализатора имеет излишне много цвета	Следует увеличить при экспонировании количество света
синего	синего
зеленого	зеленого
красного	красного
желтого	зеленого+красного
пурпурного	синего+красного
голубого	синего+зеленого

ратную сторону — пурпурный. При вращении ручки синего канала по часовой стрелке усиливается синий цвет, а при вращении в обратную сторону — желтый.

Если нужно сохранить цветовой баланс, но сделать изображение темнее или светлее, все три ручки цветовой настройки поворачивают соответственно по часовой стрелке или наоборот на одинаковое количество делений.

Хороших результатов, работая с цветоанализатором, можно достичь лишь в том случае, если стабильна вся производственная линейка, т. е. цветоанализатор, копировальный аппарат и проявочная машина, а также хорошо нормирована позитивная кинопленка.

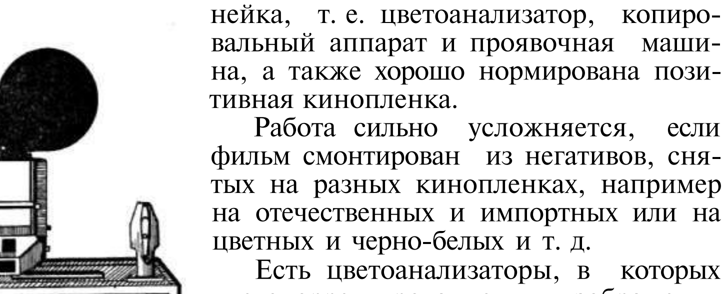


Рис. IV.14. Аппарат PROOF PRINTER для печатания пробных роликов

Работа сильно усложняется, если фильм смонтирован из негативов, снятых на разных кинопленках, например на отечественных и импортных или на цветных и черно-белых и т. д.

Есть цветоанализаторы, в которых цветокорректирование изображения осуществляется с помощью оптических систем.

Изображение, получаемое на экране цветоанализатора, отличается по впечатлению от того же изображения, показанного на киноэкране. Это объясняется разной природой экранов, размеров изображения и адаптацией зрения. В результате позитив, напечатанный с экспозиционным паспортом, составленным с помощью цветоанализатора, иногда требует дополнительного цветокорректирования, особенно по фрагментам, содержащим необычные изображения, сложные по освещению объекты съемки и т. д.

Чтобы исключить дополнительное цветокорректирование позитива со смонтированного негатива фильма, изготовляют пробный позитивный ролик. Для этого используют специальный корректирующий аппарат (рис. IV. 14), позволяющий сделать позитивные изображения со всех фрагментов негатива с экспозиционным паспортом, составленным по цветоанализатору. Печатая фрагменты в аппарате, выбирают в них наиболее важные изображения, иногда несколько и на разных участках негатива. Пробный ролик печатают на той же позитивной кинопленке, на которой будет изготовляться контрольный позитив. Просматривая на монтажном столе или на киноэкране обработанный в проявочной машине пробный ролик, вносят в экспозиционный паспорт необходимые поправки и вновь печатают пробный ролик. Исправление паспорта ведут до тех пор, пока не получат пробный ролик, отвечающий требованиям авторов фильма. С окончательно выправленным экспозиционным паспортом печатают контрольный и эталонный позитивы.

Естественно, что у цветоанализатора, аппарата для печатания пробного ролика и у копировального аппарата должны быть одинаковые светооптические системы и все прочие устройства. Только при полной согласованности их работы возможно полноценное использование аппаратуры.

При субтрактивном способе определяют величину диафрагм, регулирующих интенсивность экспонирующего света, и плотность корректирующих светофильтров, регулирующих спектральный состав света в копировальном аппарате.

При цветокорректировании по субтрактивному способу используют пленочные корректирующие светофильтры трех цветов: желтого, пурпурного и голубого. Светофильтры каждого цвета по плотности разделены на 20 ступеней. Самый плотный обозначен цифрой 99, самый прозрачный — цифрой 5. Эти цифры показывают условный процент светофильтра. Три разных по цвету корректирующих светофильтра, но одинаковых по процентному показателю, сложенные вместе, при печатании на сбалансированную позитивную кинопленку действуют как ахроматическая плотность, величина которой зависит от процентного показателя корректирующих светофильтров.



Рис. IV. 15. Касса для корректирующих светофильтров

Помимо корректирующих светофильтров применяют серые светофильтры, изготовленные из черно-белой фотопленки. Этими светофильтрами, параллельно с диафрагмами в паспортной ленте, регулируют экспозицию во время печатания изображения. Серия серых светофильтров состоит из 20 штук, отличающихся друг от друга по оптической плотности на 0,06. Оптическая плотность 0,06 эквивалентна одной ступени экспозиции копировального аппарата.

Корректирующие и серые светофильтры сохраняют в кассе (рис. IV. 15), имеющей для каждой серии светофильтров одну полочку с 20 ячейками.

Таблица 15

Стандартный паспорт

№ п/п	№ экспозиции	Корректирующий светофильтр: желтый	пурпурный	голубой	серый
1	7	—	—	—	—
2	12	—	—	—	—
пропуск					
3	7	—	—	—	—
4	8	—	—	20	—
5	9	—	—	40	—
6	10	—	—	60	—
7	11	—	—	80	—
8	8	—	20	—	—
9	9	—	20	20	—
10	10	—	20	40	—
11	11	—	20	60	—
12	12	—	20	80	—
13	9	—	40	—	—
14	10	—	40	20	—
15	11	—	40	40	—
16	12	—	40	60	—
17	13	—	40	80	—
18	10	—	60	—	—
19	11	—	60	20	—
20	12	—	60	40	—
21	13	—	60	60	—
22	14	—	80	80	—
23	11	—	60	—	—
24	12	—	80	20	—
25	13	—	80	40	—
26	14	—	80	60	—
27	15	—	80	80	—
пропуск					
28	7	20	—	—	—
29	8	20	—	20	—
30	9	20	—	40	—
31	10	20	—	60	—
32	11	20	—	80	
33	7	40	—	—	—
34	8	40	—	20	—
35	9	40	—	40	—
36	10	40	—	60	—
37	11	40	—	80	—
38	8	60	—	—	—
39	9	60	—	20	—
40	10	60	—	40	—
41	11	60	—	60	—
42	12	60	—	80	—
43	8	80	—	—	—
44	9	80	—	20	—
45	10	80	—	40	—
46	11	80	—	60	—
47	12	80	—	80	—
пропуск					
48	7	20	—	—	—
49	8	20	20	—	—
50	9	20	40	—	—
51	10	20	60	—	—
52	11	20	80	—	—
53	7	40	—	—	—
54	8	40	20	—	—
55	9	40	40	—	—
56	10	40	60	—	—
57	11	40	80	—	—
58	8	60	—	—	—
59	9	60	20	—	—
60	10	60	40	—	—
61	11	60	60	—	—
62	12	60	80	—	—
63	8	80	—	—	—
64	9	80	20	—	—
65	10	80	40	—	—
66	11	80	60	—	—
67	12	80	80	—	—
пропуск					
68	7	—	—	—	0,06
69	7	—	—	—	0,12
70	9	—	—	—	0,24
71	12	—	—	—	0,36

Цветокорректирование ведут по цветопробам, представляющим собой серию изображений на позитивной кинопленке, напечатанных со стандартным экспозиционным паспортом с вырезки негатива. Этот паспорт составляется по табл. 15. Корректируя изо-

бражение, придерживаются следующего правила: избыточный цвет в позитивном изображении ослабляется с увеличением плотности корректирующего светофильтра того же цвета или с уменьшением плотности двух других по цвету корректирующих светофильтров. На основании этого правила составлена табл. 16.

Таблица 16

Корректирование по субтрактивному способу

В позитивном изображении требуется ослабить	Избыточный цвет в позитивном изображении ослабляется тем больше, чем: выше плотность светофильтра	ниже плотность светофильтра
Желтый	желтого	пурпурного ₣ голубого
Пурпурный	пурпурного	желтого -j- голубого
Голубой	голубого	желтого 4" пурпурного
Синий	пурпурного ₣ голубого	желтого
Зеленый	желтого ₣ голубого	пурпурного
Красный	желтого -J- пурпурного	голубого
Фиолетовый	пурпурного -\- голубого	желтого + голубого
Оранжевый	желтого ₣ пурпурного	голубого ₣ пурпурного

Руководствуясь таблицей, по которой составлен стандартный экспозиционный паспорт, и просматривая цветопробу в фонаре с лампами дневного света, корректор устанавливает, при каком режиме получилось изображение, наиболее близкое к правдоподобному. Например, это изображение в цветопробе соответствует номеру 11, следовательно, изображение печаталось с диафрагмой № 1 и с корректирующими светофильтрами: пурпурным 20% и голубым 60%.

Изображения в цветопробе отличаются друг от друга на 20%-ный корректирующий светофильтр. Вследствие большого интервала между корректирующими светофильтрами в цветопробе часто нельзя найти удовлетворительного по цвету изображения. В этом случае корректор использует светофильтры с промежуточными плотностями — 15% -ный, 10%-ный и т. д.

Полный стандартный экспозиционный паспорт для печатания цветопробы применяют только тогда, когда негативная или позитивная кинопленка неизвестна по балансу слоев, а также тогда, когда паспорт содержит три группы комбинаций корректирующих светофильтров. Первая группа состоит из комбинации пурпурных и голубых светофильтров, вторая — из желтых и голубых, третья — из желтых и пурпурных. Разные по цвету корректирующие светофильтры неодинаково влияют на величину экспозиции в копировальном аппарате. Наибольшим пропусканием обладают желтые светофильтры, наименьшим — голубые светофильтры. Чтобы стандартный паспорт обеспечивал одинаковую экспозицию для любых вариантов корректирующих светофильтров, одновременно с диафрагмами в паспортной ленте используют и серые светофильтры.

Стандартный паспорт предусматривает печатание цветопробы с 71 вариантом экспонирования с каждого корректируемого негатива.

Цветопробы печатают со срезок от негатива. Четырехкадровые или другого размера срезки делают от начала или с конца фрагмента негатива. Одна срезка может представлять серию дублей фрагмента или ряда фрагментов, снятых в одинаковых условиях, на одной и той же кинопленке, одновременно обработанной. Важно, чтобы срезки соответствовали негативу по изображению сюжетно важной детали.

Негативные срезки с ахроматической таблицей в кадре облегчают цветокорректирование, так как правильное воспроизведение таблицы в позитиве, как правило, сопутствует правдоподобному цветовоспроизведению объекта съемки. Поэтому корректор, определяя режим печатания негатива по цветопробе, устанавливает такую экспозицию и такие корректирующие светофильтры, при которых серые ступени таблицы получаются серыми, а цветные изображения — нормальной плотности.

Корректируя изображение, придерживаются следующего правила: избыточный цвет в позитиве ослабляется, когда одновременно печатаются негативы, сделанные на кинопленках, разных по природе красителей или сенсибилизаторов, например на отечественных и зарубежных.

Как правило, цветопробы печатают с экспозиционным паспортом, содержащим одну определенную группу корректирующих светофильтров, например состоящую из светофильтров пурпурного и голубого или пурпурного и желтого. Эта так называемая рабочая цветопроба короче стандартной и позволяет подобрать режим печатания негатива.

Изображение в цветопробе без серой таблицы корректируют по наиболее часто встречающимся деталям объекта съемки — изображению лица, неба, деревьев и т. д.

Для печатания контрольного позитива со смонтированного негатива вначале составляют ориентировочный паспорт, руководствуясь цветопробами со срезок от каждого фрагмента негатива, вошедшего в фильм. Затем с ориентировочным паспортом печатают установочный ролик, представляющий собой набор удлиненных срезок (10-кадровых или другой длины) от каждого фрагмента негатива, склеенных в ролик в монтажном порядке. Позитив с установочного ролика просматривают на монтажном столе или на экране и вносят в экспозиционный паспорт необходимые поправки. Установочный ролик печатают несколько раз, добиваясь изображения, выравненного по плотности и правдоподобного по цвету. После должной выверки паспорта с ним печатают контрольный позитив фильма. Часто окончательный контрольный позитив получают после дополнительных поправок в паспорте, так как установочный ролик не всегда полностью соответствует смонтированному негативу фильма по сюжетно важным изображениям.

Независимо от способа печатания рабочий позитив должен быть оптимального качества, так как по этому позитиву не только судят о проведенной съемке, но и отбирают материал в фильм.

На некоторых студиях не придерживаются этого правила и рабочие позитивы всего фильма печатают при каком-либо одном экспозиционном режиме. Изготовление невыравненного по плотности и Некорректированного по цвету изображения мотивируют тем, что такой позитив позволяет оператору видеть экспозиционные и цветовые ошибки, допущенные во время съемки, а также тем, что такой позитив можно сделать очень быстро.

Иногда в целях удешевления фильма и быстрого получения рабочего позитива цветные негативы печатают на черно-белую позитивную кинопленку. Черно-белый позитив не позволяет полноценно оценить съемку по цветовоспроизведению, поэтому часто параллельно с черно-белым позитивом изготовляют и цветной позитив с одного-двух фрагментов негатива.

Печатая контрольный позитив любым способом, корректор, добиваясь выравненных по плотности и правдоподобных по цвету изображений, согласовывает фрагменты между собой по тональности, учитывая явление последовательного цветового контраста. Суть этого явления в том, что во время демонстрации фильма цвет одного изображения оказывает влияние на восприятие цвета другого изображения, смонтированного рядом. Иногда это согласование требует некоторого отказа от правдоподобия по цвету объекта съемки.

В цветной фильм по творческим соображениям или по техническим причинам могут быть включены изображения, снятые на черно-белой негативной кинопленке, например фрагменты хроникальных сюжетов, недостаточно освещенные объекты и т. д. При печатании таких негативов на цветную позитивную кинопленку можно подобрать режим экспонирования в копировальном аппарате, при котором изображение будет черно-белым или окрашенным в какой-либо тон, например вечерние и ночные сюжеты— в синеватый тон, портреты — в тон сепии, пейзажи — в зеленоватый и т. д.

Если цветной фильм содержит трансформированные изображения, выполненные по способам псевдосоляризации, изогелии, графики и т. д., режим печатания таких изображений ведется при консультации с оператором фильма. Корректор пользуется консультацией оператора и в случаях, когда необходимо напечатать необычные явления природы, необычные пейзажи и т. п.

Промежуточные и эталонные позитивы печатают с экспозиционными паспортами контрольного позитива, принятого авторами фильма.

§ 26. Фотографическая обработка позитивных кинопленок

Рабочие позитивы будут оптимальными по качеству изображения и правильно показывать результаты съемки, если позитивные кинопленки по всему фильму будут обработаны до постоянного значения коэффициента контрастности *(у)* или среднего градиента *(g)*, характеризующих степень проявления материала.

Для цветных позитивов дополнительно необходимо соблюдение баланса контрастности ($Б_к$) или баланса градиентов (Bg). Эти требо^

Таблица 17

Режим обработки цветных позитивных кинопленок

Название операции	Процесс									
	Отечественный				ORWO		Kodak			
	ЦП-8Р		ЦП-11		7181		ECP-1		ECP-2	
	продолжительность, мин	температура, °С	продолжительность, мин	температура, °С	продолжительность, мин	температура, °С	продолжительность, мин	температура, °С	продолжительность, мин	температура, °С
Размачивание	1	19±0,3	1	19±0,3	1	20±1	(10—20)		(10—20)	27±1
Промывка	—	—	(10)	15±0,3	(15—20)	12—15	(10—20)		(1—2)	27±1
Проявление	8—10	20±0,3	10—12	20±0,3	9—11	20±0,3	14		3	36,1
Промывка	1	11±3	(30)	15±3	(30)	12—15	(10—20)		—	—
Прерывание	—	—	—	—	—	—	—		(40)	27±1
Промывка	—	—	—	—	—	—	—		(40)	27±1
Фиксирование	6—8	19±3	5—7	19±3	5	20±1	4		(40)	27±1
Промывка	10—12	11±3	10	15±3	5	12—15	4		(40)	27±1
Отбеливание	4	19±3	5	19±3	5	20±1	8		1	27±1
Промывка	3	11±3	3	15±3	3	12—15	2		(40)	27±1
Проявление фоно	18	—	—	—	1	20±1	(10—20)		(10—20)	18
Промывка	—	11±3	—	—	2	12—15	(10—30)		(1—2)	27±1
Фиксирование	4	19±3	4	19±3	3	20±1	4		(40)	27±1
Промывка	10±15	11±3	10—15	15±3	6	12—15	8		1	27±1
Стабилизация	2	19±3	1	19±3	(30)	20±1	(10)		(10)	27±1

Примечания: 1. В скобках указана продолжительность в секундах.
2. При процессе ECP-1 обрабатываются кинопленки фирм KODAK, AGFA-GEVAERT, FUJIFILM и 3M.
3. При процессе ECP-2 обрабатывается кинопленка фирмы KODAK, тип SP.

Таблица 18

Рецепты проявляющих растворов для обработки цветных позитивных кинопленок

Наименование вещества	Процесс			
	отечественный	ORWO	KodaK	
	ЦП-8Р ЦП-11	7181	ECP-1	ECP-2
ЦПВ-1, г/л	2,8	2,75	—	—
ЦПВ-2, г/л	—	—	**3**	2,95
•Сульфит натрия безводный, г/л	2	**2**	**4**	4,35
Гидроксиламинсульфат, г/л	1,2	**1,2**	—	—
Сода безводная (моногидрат), г/л	— •	—	**(20)**	—
Поташ, г/л	60	**75**	—	17,1
Бромид калия (натрия), г/л	2	**2**	**(1,7)**	(1,72)
Гексаметафосфат натрия, г/л	—	**3**	**2**	—
Трилон Б, г/л	2	—	—	—
Умягчитель (фирмы), г/л	—	—	—	1
Серная кислота 7 мл/л	—	—		0,62

вания обязательны и для контрольных и для эталонных позитивов. Нормируемые значения должны совпадать с показателями, принятыми для рабочих позитивов.

Продолжительность проявления черно-белых позитивных кинопленок определяют по кривым кинетики проявления $y = f(t)$ или $g = f(t)$, построенным на основании испытания кинопленок в производственных условиях.

Продолжительность проявления цветных позитивных кинопленок определяют с учетом достижения заданной контрастности и баланса светочувствительных слоев при режимах и растворах, указанных в табл. 17, 18, 19.

Таблица 19

Рецепты вспомогательных растворов для обработки цветных позитивных кинопленок

Название вещества	Процесс							
	отечественный		ORWO 7181			Kodak ECP-1; ECP-2		
	отбеливающий	фиксирующий	прерывающий	отбеливающий	фиксирующий	прерывающий	отбеливающий	фиксирующий
Феррицианид калия, г/л	30	—	—	100	—	—	(30)	—
Бихромат калия, г/л	—	—	—	—	—	—	5	—
Бромид калия, г/л	15/20	—	—	15	—	—	20	—
Фосфат калия однозамещенный, г/л	—	—	—	5,8	—	—	—	—
Фосфат натрия двузамещенный, г/л	—	—	—	4,3	—	—	—	—
Квасцы алюмокалиевые, г/л	0/40	—	—	—	—	—	40	13
Тиосульфат натрия безводный, г/л	—	—	—	—	160	—	—	—
Тиосульфат натрия кристаллический, г/л	—	200	—	—	—	—	—	—
Тиосульфат аммония 58% раствор, мл/л	—	—	—	—	—	—	—	180(100)
Сульфат аммония, г/л	—	—	—	—	20	—	—	—
Сульфит натрия безводный, г/л	—	7,5	—	—	—	—	—	15(2,5)
Метабисульфит натрия, г/л	—	—	—	—	—	—	—	(10,3)
Уксусная кислота ледяная, мл/л	—	3/0	25	—	—	—	—	18
Борная кислота, г/л	—	—	—	—	—	—	—	6
Уксуснокислый натрий, г/л	—	—	15	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Показатель в числителе соответствует процессу для кинопленки ЦП-8Р, в знаменателе — для кинопленки ЦП-11:
2. Показатель в скобках соответствует процессу ECP-2.
3. Для процессов ECP-1 и ECP-2 размачивающий раствор состоит из тетрабората натрия 20 г, сульфата натрия 100 г, едкого натра 1 г на 1 л воды.
4. Для процесса ECP-2 останавливающий раствор состоит из серной кислоты 7—50 мл на 1 л воды.
5. Для процессов ECP-1 и ECP-2 стабилизирующий раствор состоит из формальдегида 37% 10—20 мл, фотофло 600 (фирмы) 2 мл на 1 л воды.

Разумеется, все процессы в проявочной машине должны обеспечивать стандартные результаты, так как даже небольшие колебания в режиме обработки, особенно цветных кинопленок, имеющих высокую контрастность и весьма чувствительных к нарушениям в процессе, отрицательно скажутся на изображении. Поэтому правильность обработки материала проверяют по сенситограммам, впечатанным в конец рулона кинопленки, и по периодически обрабатываемым в машине сенситограммам, изготовленным на контрольной кинопленке.

Определять продолжительность проявления позитивных кинопленок на основании проб от основного материала не рекомендуется. Этим способом часто добиваются хорошего качества рабочего позитива с неполноценного негатива, удлиняя проявление позитива с вялого негатива или сокращая проявление позитива с контрастного негатива, или подбирая специально позитивную кинопленку к негативу и т. д. Такие позитивы, как правило, оказываются проявленными до различного значения контрастности и дезориентируют оператора, а часто без достаточного основания заставляют вносить поправки в последующие съемки, что приводит к разнобою негативов. Использование таких специально сделанных рабочих позитивов для монтажа фильма приводит к конфликту между съемочной группой и цехом обработки кинопленки, так как контрольный позитив, обрабатываемый целиком в одном режиме, будет хуже по качеству изображения, чем смонтированный из позитивов, проявленных по пробам.

§ 27. Звук в позитиве

Непременным элементом фильма является фотографическая или магнитная фонограмма.

Наибольшее распространение в позитиве находит фотографическая фонограмма.

Первичные фонограммы могут содержать запись речи, шумов, музыки и т.д., сделанных синхронно со съемкой изображения, при озвучении изображения и т. д.

Получить одновременно качественное изображение и звучание в цветном фильме на позитивной кинопленке довольно сложно. Фотографическая фонограмма должна быть напечатана на позитивную кинопленку с максимальной резкостью. Достичь этого трудно, так как даже при полном контакте кинопленок во время экспонирования возникает взаимное скольжение относительно друг друга. При этом в позитиве зубцы записи оказываются расширенными и нерезкими, особенно на высоких частотах, что приводит к искажению звука. Для устранения скольжения некоторые копировальные аппараты имеют экспонирующий барабан, с устройствами, компенсирующими разницу между длиной негативной и позитивной кинопленок.

Кроме того, чтобы звучание в фильме было полноценным, фотографическая фонограмма на позитивной кинопленке должна иметь определенную непрозрачность для фотоэлемеща в звуковоспроизводящем устройстве кинопроектора,

Фотографическая фонограмма на цветных позитивных кинопленках может состоять из серебра, красителей и серебра или только из красителей. Степень непрозрачности двух последних видов фонограмм зависит от их строения и от того, каким фотоэлементом воспроизводится звук в кинопроекционной установке, так как спектральные чувствительности фотоэлементов, например цезиево-газополного (ЦГ) и сурьмяно-цезиево-вакуумного (СЦВ), различны.

Наилучшее звучание обеспечивает серебряная фонограмма, одинаково непрозрачная для любого фотоэлемента кинопроектора. Однако чисто серебряную фонограмму в цветном позитиве получить трудно. Как правило, в цветном позитиве фонограмма состоит из красителей и серебра — красочно-серебряная. Для получения такой фонограммы применяют раздельную обработку участков кинопленки, занятых изображением и звуковой дорожкой.

Раздельная обработка ведется разными способами. Чаще всего кинопленку обрабатывают в растворе цветного проявителя, образующего одновременно изображение и звуковую дорожку из красителей и серебра. После отбеливания кинопленки на участок, занятый фонограммой, с помощью аппликаторного устройства наносится вязкий черной-белый проявляющий раствор или раствор сернистого натрия. Под действием вязких растворов отбеленное серебро переходит в металлическое или сернистое, нерастворимое в последующих операциях. В результате звуковая дорожка оказывается из красителей и серебра, металлического или сернистого.

Другой способ предусматривает раздельную обработку кинопленки по такой схеме: до цветного проявления аппликаторным устройством наносят вязкий черно-белый проявитель только на участок кинопленки, занятый звуковой дорожкой. После черно-белого проявления, образовавшего фонограмму из металлического серебра, кинопленку целиком обрабатывают в цветном проявителе, который создает изображение и фонограмму из металлического серебра и красителей. Затем кинопленку подвергают отбеливанию и фиксированию, рассчитанным так, что из фотографических слоев кинопленки удаляется серебро, составляющее изображение, и только некоторое количество серебра, составляющего фонограмму. В результате звуковая дорожка на кинопленке оказывается из серебра, оставшегося в слоях кинопленки, и небольшого количества красителей.

Третий способ ведется по схеме — на участок, занятый фонограммой на кинопленке, обработанной предварительно в цветном проявителе, создавшем изображение и звуковую дорожку из серебра и красителей, наносят защитный слой, который предохраняет звуковую дорожку от действия отбеливающего раствора во время обработки кинопленки аппликаторным устройством. Вязкий отбеливатель удаляет серебро только с участка, занятого изображением. Фонограмма же состоит из серебра и красителей.

В целях лучшего звучания фонограммы звуковую дорожку в копировальном аппарате печатают со светофильтрами, обеспечивающими образование фонограммы в зелено-красночувствительных слоях цветной позитивной кинопленки.

Процесс изготовления позитива с изображением и фонограммой, состоящих исключительно из красителей, значительно проще всех других способов. Такой позитив получают путем полного удаления всего серебра из кинопленки отбеливающим и фиксирующим растворами. Состав фонограммы регулируют светофильтрами во время ее печатания в копировальном аппарате. Однако из каких бы красителей фонограмма не состояла, получить одинаковое звучание ее при воспроизведении разными фотоэлементами невозможно. Кроме того, на такой фонограмме сильно сказываются механические дефекты: царапины, потертости и др., — возникающие при эксплуатации позитива.

§ 28. Контроль позитива

При производстве фильма весьма важен контроль позитива, поскольку он является завершающим материалом съемки, и потому, что только по нему во многих случаях можно правильно оценить негатив, особенно цветной.

Цель контроля — установить фотографическое и техническое качество позитива и негатива.

Контроль позитива осуществляют просмотром его на экране и на монтажном столе, оборудованном лампами для рассматривания кинопленки в проходящем и отраженном свете. Контролируют также сенситометрические показатели фотографической обработки кинопленки и ее размеры.

Контролируя позитив по фотографическому изображению, оценивают: негативное изображение, позитивное изображение, процессы печатания и обработки позитивной кинопленки.

Негативное изображение рассматривают с точки зрения освещения объекта, экспонирования при съемке, резкости, зернистости, мигания и загрязнений в кадре и т. д.

Позитивное изображение оценивают по плотности, цветовоспроизведению, выравненное™ между фрагментами, резкости, плотности вуали и другим характеристикам.

Процессы печатания и обработки позитивной кинопленки оценивают по значениям, полученным при измерении контрольных сенситограмм и шкал. Экспозиционный паспорт для печатания позитива ограничивается определенными экспозициями копировального аппарата, так на отечественных предприятиях принято черно-белые позитивы печатать с экспозициями от 7-го до 17-го номера, цветные позитивы по субтрактивному способу — от 7-го до 16-го номера, по аддитивному способу — от 5-й до 35-й ступени. Нормируются и плотности в контрольных шкалах, значения которых зависят от свойств позитивных кинопленок и технологического процесса их обработки.

Контролируя позитив по техническим показателям, дают оценку поверхностей кинопленки, ее геометрическим размерам, технике обработки кинопленки, состоянию оборудования, на котором обрабатывалась кинопленка, и т. д.

При обнаружении дефекта в рабочем позитиве дают указание о его переделке. После переделки вновь проверяют позитив. Если не-

Таблица 20

Дефекты в позитиве*

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
106	Злестки на изображении	Отпечаталась перфорационная пыль
107	Волнообразная деформация края кинопленки	Зм. 29
108	Вуаль двухцветная	См. **30**
109	Вуаль желтая	См. 31
110	Вуаль коричневая	См. **32**
111	Вуаль по краю кинопленки	См. 33
112	Вуаль серая	См. 34
113	Вялое изображение с нормального негатива	а) Печаталось на малоконтрастную кинопленку, б) недопроявление излишне экспонированной кинопленки
114	Два изображения на одной ки-	Ошибочно дважды напечатано изображение на одну кинопленку
115	Звуковая дорожка смещена в сторону перфорации или изображения	а) Копировальный аппарат неисправен б) негатив записан неправильно
116	Звуковая дорожка частично не отпечаталась	Засорена щель или смещена лампа в копировальном аппарате
117	Звучание глухое	Недостаточный уровень высоких частот при записи звука
118	Звучание недостаточно громкое	а) Неудовлетворительная запись звука по громкости, б) недостаточна плотность фонограммы, в) фонограмма состоит лишь из красителей
119	Измятая кинопленка	а) Копировальный аппарат неисправен, б) неправильная зарядка аппарата
120	Изображение одновременно позитивное и негативное	а) Засветка во время проявления, б) засветка при обработке в истощенном фиксаже
121	Изображение оказалось окрашенным в посторонний тон	а) Негатив разбалансирован, б) позитивная кинопленка разбалансирована по светочувствительности, в) нарушен баланс слоев при проявлении, г) неправильна цветокорректировка
122	Изображение периодически нерезкое	См. 41
123	Кадр или кадры разных фрагментов отличаются по плотности от основного изображения	а) Печатание происходило на копировальном аппарате с непрерывным движением кинопленок, б) копировальный аппарат с прерывистым движением кинопленок неисправен,

* **См**. табл, **2,11.**

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
		в) неправильно сделана просечка на негативе для переключения паспорта
124	Кадр неустойчив вертикально	Копировальный аппарат неисправен
125	Кадр неустойчив горизонтально	Копировальный аппарат неисправен
126	Контрастное изображение недостаточной плотности при нормальном проявлении	Недостаточная экспозиция при печатании
127	Крупнозернистое изображение	Недоброкачественный негатив
128	Линии ветвистые	_м. ovJ
129	Линии черные	См. 51
130	Машинное масло на кинопленке	См. 52
131	Наброс эмульсии	См. 53
132	Надкол перфорации	а) Копировальный аппарат неисправен, б) см. 3
133	Неодинаковое звучание в рулоне кинопленки	а) Неисправен аппликатор, наносящий вязкий проявитель на фонограмму, б) см. 5
134	Неразборчивая речь	а) Плохая дикция у актеров, б) неудовлетворительная запись звука, в) фонограмма отпечатана нерезко, г) фонограмма имеет повышенную плотность с заплыванием модуляций
135	Нерезкое изображение по всему кадру	а) Неисправен копировальный аппарат, б) см. 8
136	Несинхронно изображение со звуком	а) Съемочная и записывающая аппаратура работала несинхронно во время съемки, б) неправильно подобраны негативы изображения и звука, в) неправильно подклеены ракорды к изображению и фонограмме, г) нестандартные ракорды подклеены к изображению и фонограмме, д) неправильно заряжены кинопленки в копировальный аппарат
137	Неустойчивое изображение	а) Недоброкачественный негатив, б) неисправен копировальный аппарат, в) см. 7, 8
138	Одноцветные детали воспроизведены разным цветом	а) Недоброкачественный негатив, б) разбалансирована позитивная кинопленка, в) нарушен баланс во время обработки позитивной кинопленки
139	Одноцветное или двухцветное изображение	а) Недоброкачественный негатив,. б) неправильно подобран режим цветокорректировки

Таблица 20

Дефекты в позитиве*

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
106	Злестки на изображении	Этпечаталась перфорационная пыль
107	Волнообразная деформация края кинопленки	Зм. 29
108	Вуаль двухцветная	См. 30
109	Вуаль желтая	См. 31
110	Вуаль коричневая	См. 32
111	Вуаль по краю кинопленки	См. 33
112	Вуаль серая	См. 34
113	Вялое изображение с нормального негатива	а) Печаталось на малоконтрастную кинопленку, б) недопроявление излишне экспонированной кинопленки
114	Два изображения на одной ки- Нин л. инке	Ошибочно дважды напечатано изображение на одну кинопленку
115	Звуковая дорожка смещена в сторону перфорации или изображения	а) Копировальный аппарат неисправен б) негатив записан неправильно
116	Звуковая дорожка частично не отпечаталась	Засорена щель или смещена лампа в копировальном аппарате
117	Звучание глухое	Недостаточный уровень высоких частот при записи звука
118	Звучание недостаточно громкое	а) Неудовлетворительная запись звука по громкости, б) недостаточна плотность фонограммы, в) фонограмма состоит лишь из красителей
119	Измятая кинопленка	а) Копировальный аппарат неисправен, б) неправильная зарядка аппарата
120	Изображение одновременно позитивное и негативное	а) Засветка во время проявления, б) засветка при обработке в истощенном фиксаже
121	Изображение оказалось окрашенным в посторонний тон	а) Негатив разбалансирован, б) позитивная кинопленка разбалансирована по светочувствительности, в) нарушен баланс слоев при проявлении, г) неправильна цветокорректировка
122	Изображение периодически нерезкое	LM. 41
123	Кадр или кадры разных фрагментов отличаются по плотности от основного изображения	а) Печатание происходило на копировальном аппарате с непрерывным движением кинопленок, б) копировальный аппарат с прерывистым движением кинопленок неисправен,

* См. табл, 2,11.

Продолжение табл. 20

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины появления дефекта
		в) неправильно сделана просечка на негативе для переключения паспорта
124	Кадр неустойчив вертикально	Копировальный аппарат неисправен
125	Кадр неустойчив горизонтально	Копировальный аппарат неисправен
126	Контрастное изображение недостаточной плотности при нормальном проявлении	Недостаточная экспозиция прп печатании
127	Крупнозернистое изображение	Недоброкачественный негатив
128	Линии ветвистые	vjJVl. OKJ
129	Линии черные	См. 51
130	Машинное масло на кинопленке	См. 52
131	Наброс эмульсии	См. 53
132	Надкол перфорации	а) Копировальный аппарат неисправен, б) см. 3
133	Неодинаковое звучание в рулоне кинопленки	а) Неисправен аппликатор, наносящий вязкий проявитель на фонограмму, б) см. 5
134	Неразборчивая речь	а) Плохая дикция у актеров, б) неудовлетворительная запись звука, в) фонограмма отпечатана нерезко, г) фонограмма имеет повышенную плотность с заплыванием модуляций
135	Нерезкое изображение по всему кадру	а) Неисправен копировальный аппарат, б) см. 8
136	Несинхронно изображение со звуком	а) Съемочная и записывающая аппаратура работала несинхронно во время съемки, б) неправильно подобраны негативы изображения и звука, в) неправильно подклеены ракорды к изображению и фонограмме, г) нестандартные ракорды подклеены к изображению и фонограмме, д) неправильно заряжены кинопленки в копировальный аппарат
137	Неустойчивое изображение	а) Недоброкачественный негатив, б) неисправен копировальный аппарат, в) см. 7, 8
138	Одноцветные детали воспроизведены разным цветом	а) Недоброкачественный негатив, б) разбалансирована позитивная кинопленка, в) нарушен баланс во время обработки позитивной кинопленки
139	Одноцветное или двухцветное изображение	а) Недоброкачественный негатив,. б) неправильно подобран режим цветокорректировки

доброкачественной оказалась часть рулона позитива, то переделывают эту часть изображения, а затем вновь контролируют и вклеивают в рулон позитива. Если в позитиве оказываются дефекты, могущие быть и в негативе, контролер сличает позитив с негативом.

Контрольные, эталонные и другие синхронные позитивы проверяют при проекции па экран и просматривая на монтажном столе. Позитив фильма или его части переделывают, если изображение или звук не отвечают требованиям авторов фильма или если обнаруживают дефекты, портящие впечатление о фильме.

Признав эталонный позитив доброкачественным, контролер составляет акт, в котором отмечает фотографическое и техническое состояние негатива, его геометрические размеры и другие нормируемые характеристики. Одновременно контролер проверяет наличие сопроводительных материалов по фильму, как-то: экспозиционного паспорта, установочных роликов и т. д. При контроле позитива руководствуются табл. 20.

Глава V ПРОЦЕСС ОБРАЩЕНИЯ

Процесс обращения — процесс обработки, при котором получают непосредственно на кинопленке изображение со шкалой плотностей, соответствующей шкале яркостей объекта съемки или шкале печатаемого изображения.

Этот одностадийный процесс позволяет получить позитивное изображение на той кинопленке, на которую производилась съемка; негативное, если на кинопленку печаталось негативное изображение, и позитивное, если на кинопленку печаталось позитивное изображение (рис. V.1).

Ч'ерно-белое изображение состоит из металлического серебра, цветное — из красителей: желтого, пурпурного и голубого. Изображение

Рис. V.1. Схемы цветных процессов обращения:
а) 1 — объект съемки, 2 — цветоделенные скрытые негативные изображения, 3 — черно-белые цветоделенные негативные изображения, 4 — засветка кинопленки, 5 — цветоделенные скрытые позитивные изображения, 6 — цветоделенные позитивные изображения из металлического серебра и красителей, 7 — отбеленные серебряные изображения, 8 — удаление серебряных изображений и галогенидов серебра — фиксирование, 9 — цветное позитивное изображение;
б) 1 — цветной негатив, 2 — цветоделенные скрытые позитивные изображения, 3 — черно-белые цветоделенные позитивные изображения, 4 — засветка кинопленки, 5 — цветоделенные скрытые негативные изображения, 6 — цветоделенные негативные изображения из металлического серебра и красителей, 7 — отбеленные серебряные изображения, 8 — удаление серебряных изображений и галогенидов серебра — фиксирование, 9 — цветной контратип; *в*) 1 — цветной позитив, 2 — цветоделенные скрытые негативные изображения, 3 — черно-белые цветоделенные негативные изображения, 4 — засветка кинопленки, 5 — цветоделенные скрытые позитивные изображения; 6 — цветоделенные позитивные изображения из металлического серебра и красителей, 7 — отбеленные серебряные изображения, 8 — удаление серебряных изображений и галогенидов серебра — фиксирование, 9 — копия цветного позитива

характеризуется высокой резкостью и мелкозернистостью, так как строится из наиболее мелких микрокристаллов галогенида серебра, оставшихся в светочувствительном слое кинопленки после разрушения первичного изображения, создаваемого из наиболее высокочувствительных и потому крупных микрокристаллов галогенида серебра. Благодаря этим свойствам стало возможным получать доброкачественные изображения путем съемки на 16- и 8-мм кинопленки.

Процесс обращения широко применяют при производстве фильмов для телевидения — научных, хроникальных и любительских. Процесс находит применение и при контратипировании изображения. Распространению процесса способствует не только повышенное качество изображения, но и возможность изготовить позитив значительно быстрее и экономнее, чем по двухступенному процессу.

§ 29. Обращаемые кинопленки

Черно-белые обращаемые кинопленки для съемки состоят из защитного, светочувствительного и противоореольного слоев, нанесенных на триацетатную подложку, обычно слабо окрашенную в синевато-голубой тон. Иногда светочувствительный слой образуется двумя полуслоями, разными по светочувствительности и другим свойствам, для увеличения фотографической широты. В целях повышения разрешающей способности, которая очень важна для мелкоформатных изображений, обращаемые кинопленки снабжены противоореольным слоем из коллоидного серебра темно-коричневого или темно-синего цвета, хорошо поглощающим лучи, способные создавать ореолы отражения. У большинства обращаемых кинопленок противоореольный слой расположен между подложкой и светочувствительным слоем. Во время фотографической обработки противоореольный слой обесцвечивается.

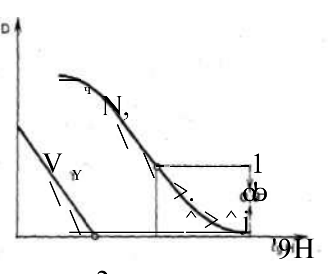


Рис. V.2. Характеристическая кривая черно-белой обращаемой кинопленки

Черно-белые обращаемые кинопленки чувствительны до 680 нм.

Черно-белые обращаемые кинопленки (рис. V. 2), как правило, изготовляют двух степеней светочувствительности: средней и высокой.

Кинопленки средней светочувствительности имеют следующие характеристики: светочувствительность — 45 ед. ГОСТ; контрастность рекомендуемая— 1,2; разрешающая способность—не менее 100 $мм^{-1}$; минимальная плотность — не более 0,08; фотографическая широта — 1,05.

Кинопленки высокой светочувствительности имеют следующие характеристики: светочувствительность — 180 ед.ГОСТ; контрастность рекомендуемая —-1,2; разрешающая способность—не менее 110 $мм^{-1}$;

Таблица 21

Черно-белые обращаемые кинопленки

Производство	Название кинопленки	Показатель светочувствительности					
		ГОСТ		DIN		ASA	
		6000	3200	6000	3200	6000	3200
Отечественное	Обращаемая ОЧ-45 Обращаемая ОЧТ-В	45 400	32 300	18 28	17 27	50 500	40 400
ORWO	Umkerfilm UR-32 Umkerfilm UP-52 Umkerfilm US-41	11	11	12	12	12	12
KODAK	Plus-X Reversal 7276 7222 Double-X Reversal 7277	45 180 320	32 130 250	18 24 27	17 23 26	50 200 400	40 160 320
AGFA-GEVAERT	Gevapan 30 Reversal 8,63 Gevapan 36 Reversal 8,80	45 250	32 180	19 26	17 24	64 320	40 200
GAF	Medium Speed 2955 High Speed 2961	45 180	32 130	19 24	17 23	64 200	50 160

минимальная плотность — не более 0,08; максимальная плотность — не менее 2,0; фотографическая широта — 1,05.

Некоторые фирмы изготовляют обращаемые кинопленки наивысшей светочувствительности, например отечественная кинопленка ОЧТ-В имеет светочувствительность 400 ед.ГОСТ (см. табл. 21).

Цветные обращаемые кинопленки для съемки представляют собой многослойную систему, построенную традиционно, т. е. верхний слой синечувствительный, в котором после фотографической обработки



Рис. V.3. Строение цветной обращаемой кинопленки: *1* — подложка, *2* — синечувствительный слой, *3* — зеленочувствительный слой, *4* — красночувствительный слой, *5* — желтый светофильтр, *6* — противоореольный слой, *7* — защитный слой, *8* — противоскручивающий слой



Рис. V.4. Характеристические кривые цветной обращаемой кинопленки: *1* — синечувствительного слоя, *2* — зеленочувствительного слоя, *3* — красночувствительного слоя, *4* — $D_{мин}$, *5* — $D_{макс}$, *6* — коэффициент контрастности

будет частичное позитивное изображение из желтого красителя, средний — зеленочувствительный, в нем образуется частичное позитивное изображение из пурпурного красителя и нижний — красночувствительный, в котором создается частичное позитивное изображение из глубокого красителя. Между верхним и средним светочувствительными слоями расположен желтый светофильтр в виде тонкого слоя, содержащего коллоидное серебро. Между нижним светочувствительным слоем и подложкой помещается противоореольный слой из коллоидного серебра. На верхний светочувствительный слой нанесен защитный желатиновый слой, на подложку — противоскручивающий слой (рис. V. 3).

Лучшие цветные обращаемые кинопленки относятся к типу тонкослойных. Общая толщина всех слоев у них около 16 мкм. Кроме того, для улучшения зернистости, резкости, цветоделения и других фотографических свойств кинопленки имеют светочувствительные слои из двух полуслоев, часто прокрашенных противоореольными красителями, вымываемыми при обработке.

Цветные обращаемые кинопленки наиболее сложны по технологии производства. Особенно те, которые предназначены для съемки

фильмов, изготовляемых в одном экземпляре. Эти кинопленки должны иметь светочувствительные слои, строго сбалансированные по всем характеристикам: светочувствительности, контрастности, максимальной и минимальной плотности, фотографической широте и др. (рис. V. 4). Такие же строгие требования предъявляются и к спектральной чувствительности слоев и к спектральному поглощению красителями, образующими цветное изображение. Эти красители должны создавать насыщенное по цвету позитивное изображение и быть стабильными во время длительного хранения фильма.

Цветные обращаемые кинопленки для съемки бывают двух типов по балансу светочувствительных слоев: первый — для съемок при освещении объекта дневным светом или источниками света, имеющими 7^{1}_{c} = 5400—6000 K (тип Д, Т и др.), и второй — для съемок при освещении объекта лампами накаливания с $T_c = S200$ K (тип Л, K и др.).

В качестве примера приводим характеристики отечественной цветной обращаемой кинопленки ЦО-Т-90Л: светочувствительность — 90 ед. ГОСТ; баланс светочувствительности — не более 1,6; коэффициент контрастности — **1,4**—1,7; баланс контрастности— не более 0,3; минимальная оптическая плотнось для каждого слоя — не более 0,25; максимальная оптическая плотность для каждого слоя — не менее 2,2; общая разрешающая способность — не менее 60^{-1}.

Большие допуски по контрастности у черно-белых и цветных обращаемых кинопленок объясняются тем, что киноленты изготовляются для различных целей.

Фильмы, предназначенные для телевидения и тиражирования, должны иметь небольшую контрастность, так как чем она ниже, тем больше фотографическая широта кинопленки, что важно для условий съемки по общей экспозиции, а особенно для внутрикадровой. Как правило, кинопленки для этих фильмов обрабатывают до контрастности =1,1—1,2. Заниженная контрастность целесообразна для съемок, так как создает условия, близкие к работе на негативных кинопленках. При телекинопроекции фильм с заниженной контрастностью легко довести до нормы с помощью гамма-корректора, предусмотренного в телевизионном устройстве. Пониженная контрастность рациональна и для кинопленок, на которых будут делаться фильмы, подлежащие тиражированию. Она обеспечивает наилучшее градационное воспроизведение печатаемого изображения.

Фильмы научно-технические, исследовательские, любительские и прочие, изготовляемые в одном экземпляре и предназначенные для непосредственного проецирования на экран, должны иметь повышенную контрастность, 1,40—1,60.

Поэтому некоторые фирмы изготовляют два типа обращаемых кинопленок: первый — для телевидения и для фильмов, подлежащих тиражированию; второй — для научно-технических, исследовательских, любительских и других фильмов. Эти два типа кинопленок различны по контрастности. Иногда вместо двух разных кинопленок рекомендуют различные процессы обработки, обеспечивающие получение на одной и той же кинопленке разных по контрастности изо-

Таблица 22

Цветные обращаемые кинопленки

Производство	Название кинопленки	Показатель светочувствительности: ГОСТ 6000	ГОСТ 3200	DIN 6000	DIN 3200	ASA 6000	ASA 3200	Рекомендуемый процесс обработки
Отечественное	ЦО-32Д	32	22	17	16	40	30	ЦО
	ЦО-Т-90Л	65	90	20	21	80	100	ЦО
	ЦО-180Л	130	180	23	24	160	200	ЦО
ORWO	Orwochrom UT-18	45	32	18	17	60	40	ORWO 9165
	Orwochrom UT-20	65	45	20	19	80	60	ORWO 9165
	Orwochrom UK-17	22	32	16	17	20	30	ORWO 9165
KODAK	Ektachrome 7252	16	22	14	15	18	25	ECO-3
	Commerciae							
	Ektachrome VN 7240	65	90	20	21	80	125	»
	Ektachrome VN 7239	130	100	23	22	160	90	»
	Ektachrome EF 5241/7241	130	100	23	22	160	90	ME-4
	Ektachrome EF 5242/7242	65	90	20	21	80	125	ME-4
AGFA-GEVAERT	Gevachrome 700	45	65	19	20	50	80	Gewachrome II
	Gevachrome 710	65	90	20	21	80	125	
	Gevachrome 720	90	65	21	20	125	80	
FUJIFILM	Fujicolor 8426	90	130	22	23	100	160	ME-4
	Fujicolor 8425	250	320	26	27	320	400	
GAF	Anscochrome D/50	45	32	18	17	50	40	AR-2
	Anscochrome D/100	90	65	22	21	100	64	
	Anscochrome T/000	65	90	21	22	64	100	
	Anscochrome D/200	180	130	24	23	200	160	
3M	Reversal CR 160	130	90	23	22	160	125	3M
	Reversal CR 64	45	32	18	17	60	50	
	Reversal CR 250	180	130	24	23	250	200	

бражений. Характеристики цветных обращаемых кинопленок приведены в табл. 22.

Цветные обращаемые кинопленки весьма чувствительны к спектральному составу освещения объекта съемки. Поэтому экспонирование должно происходить при таком освещении и при такой экспозиции, которые обеспечат не только пропорциональное участие негативного и позитивного изображений, но и такое участие частичных изображений, которое создаст сбалансированность между слоями по всем характеристикам. Практически обеспечить при съемке освещение, рассчитанное на баланс частичных слоев кинопленки, очень сложно. На рис. V. 5. показано, как изменяется цветовая температура в течение дня. Цветовоспроизведение объекта, снятого несколько раз в течение одного дня, будет весьма различным. Также неодинаковым будет цветовоспроизведение, если в короткий отрезок времени снять изображение по круговой панораме. Еще большие цветоискажения возникнут при съемке в разных световых условиях. Причем цветоискажения нельзя устранить в процессе фотографической обработки кинопленки, как это имеет место при двухстадийном процессе.

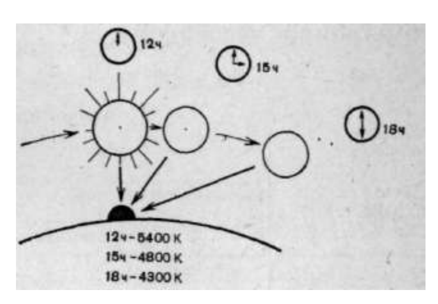


Рис. V.5. Схема зависимости T_c от времени дня (летом, для широты 50°)

Чтобы сбалансировать условия освещения объекта съемки со свойствами обращаемых кинопленок, рекомендованы конверсионные светофильтры (табл. 23).

Обращаемые кинопленки, имеющие повышенную контрастность и насыщенность цветов, часто подвергают гиперсенсибилизации или латенсификации, как это делается при использовании цветных негативных кинопленок. Эти способы применяют по творческим и техническим соображениям, например для изменения цветового тона у слабо освещенных деталей, сохранения правдивой окраски у ярко освещенных деталей, при воспроизведении человеческой кожи и т. д. Засветка кинопленки позволяет изменить форму характеристических кривых (рис. V. 6), снизить контрастность, усилить проработку мало освещенных деталей и др. Для засветки используют свет, экранированный светофильтром, цвет которого зависит от изобразительного решения.

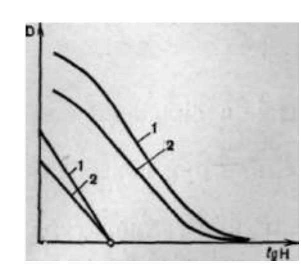


Рис. V.6. Действие засветки на характеристическую кривую обращаемой кинопленки: *1* — до засветки, *2* — после засветки

§ 30. Обработка обращаемых кинопленок

Качество изображения на обращаемых кинопленках больше, чем на любых других кинопленках, зависит от процесса фотографической обработки. Поэтому необходимо строго соблюдать технологические рекомендации кинопленочных заводов.

Черно-белые обращаемые кинопленки могут быть обработаны по одному из трех фотографических процессов: нормальному, быстрому и медленному.

Таблица 23

Конверсионные светофильтры

Цветовая температура источника света, T	Производство			
	отечественное	ORWO	KODAK-WRATTEN	AGFA-GEVAERT
	Светофильтр, приводящий к источнику света			
		Гц = 3200 K		
2800	CC-1 (1 мм)	K-15+K-16	82-C	CTB-4
3400	TC-5 (1 мм)	K-15	81-A	CTO-2
5500—6000	OC-6 (5 мм)	K-18	85	CTO-8
8000—10000	OC-5 (1 мм)	K-16+K-18	85 Б	CTO-12
		$f_ц$ = 5500-6000K		
3200		K-13-1- K-11	80-A	CTB-12
3800	CC-1 (3мм)	K-12 4- K-11	80-C	CTB-8
5000		K-10	82-A	CTB-1

Примечание. Светофильтры разных фирм неодинаковы по кривым спектрального поглощения, поэтому таблица содержит лишь приближенные сведения.

Нормальный процесс обработки проводится в сильнощелочных проявителях, при температуре растворов 18—20°С.

Быстрый — в высокощелочных проявителях, или при повышенной температуре растворов.

Медленный — в слабощелочных проявителях, при температуре растворов 18—20°С.

Любой из этих процессов включает в себя следующие основные операции. Первое проявление — решающая операция всего фотографического процесса. Это проявление образует на кинопленке негативное изображение объекта съемки и в значительной степени влияет на светочувствительность кинопленок, на контрастность, фотографическую широту, структурные свойства, общую плотность позитивного изображения, максимальную и минимальную плотность его деталей, резкость и т. д.

В качестве проявляющих веществ в растворе применяют метол с гидрохиноном или фенидон с гидрохиноном, как правило, в повышенных количествах. Из щелочей используют углекислые и едкие, часто обе щелочи одновременно. Обязательно применяется противовуалирующее вещество — бромистый калий, бензотриазол и др. Количество

их двольио большое, например бромистого калия — от 2 до 8 г/л. Есть растворы, в которых одновременно присутствуют два противовуалирующих вещества — бромистый калий и бензотриазол, — так как очень важно, чтобы во время первого проявления не вуалировалась кинопленка в связи с тем, что вуаль снижает плотность ярких деталей в позитиве тем больше, чем выше была вуаль в негативе.

Почти все первые проявители содержат растворители галогенида серебра — роданистый калий или натий, тиосульфат натрия и др. Предпочтение отдается роданистым солям — эти соли способствуют возникновению физического проявления, при котором образуются компактные серебряные зерна, создающие мелкозернистое изображение.

Присутствие роданистых солей в проявителе повышает светочувствительность обращаемых кинопленок. Физическое проявление, имеющее место в общем процессе проявления, усиливается, если в раствор введен йодистый калий, полиэтиленгликоль и другие подобные вещества.

Некоторые проявляющие растворы содержат дубящее вещество — сульфат натрия. Оно защищает эмульсионный слой от вредного действия на него едких щелочей. Разумеется, в каждом растворе имеется сохраняющее вещество —сульфит натрия или метабисульфит калия или натрия и др.

Форсированной обработкой некоторых обращаемых кинопленок в первом проявителе их светочувствительность можно повысить в 2—3 раза. Под форсированной обработкой понимают: увеличение продолжительности проявления, увеличение концентрации проявляющих веществ и щелочности раствора, повышение температуры раствора, применение способа интенсивного воздействия раствора на светочувствительный слой кинопленки.

Как правило, чем энергичнее первое проявление и чем выше становится светочувствительность кинопленок, тем ниже контрастность обращенного изображения, меньше его плотность и грубее зернистость. Объясняется это тем, что во время форсированного негативного проявления плотность вуали растет быстрее, чем светочувствительность и плотность деталей изображения. В результате обращенный позитив будет пониженной контрастности, яркие детали объекта — как бы вуалированными, темные — недостаточно плотными. Поэтому форсированную обработку можно применять лишь для кинопленок, специально рассчитанных на такой процесс. Эти кинопленки помимо повышенных механических свойств отличаются от обычных тем, что при увеличении светочувствительности контрастность почти не изменяется и не повышается плотность вуали.

Отбеливание — перевод металлического серебра, образующего негативное изображение на кинопленке, в растворимую соль серебра. Удаление серебряного негативного изображения осуществляют растворами, содержащими окислитель: двухромовокислый калий, марганцовокислый калий, сульфат церия и др. Обычно отбеливающие растворы (кроме окислителя) содержат вещества, способствующие лучшему протеканию процесса.

Наиболее часто применяются растворы с двухромовокислым калием и серной кислотой.

В отбеливающем растворе обрабатываемые кинопленки постепенно светлеют и приобретают желто-бурую окраску. Отбеливание считается законченным, когда исчезнут следы негативного изображения. Завышенное время обработки кинопленок в отбеливающем растворе усиливает пропитку эмульсионного слоя окислителем, который может окрасить позитивное изображение. Заниженное время обработки кинопленок в отбеливающем растворе, а также обработка в истощенном растворе или в растворе, имеющем пониженную температуру, приводит к сохранению части негативного изображения. Это сохранившееся изображение делает обращенный позитив серым, как бы вуалированным, с плохо различимыми деталями.

На разные кинопленки отбеливающие растворы действуют неодинаково по продолжительности операции и окраске эмульсионного слоя. Поэтому иногда для обработки кинопленок необходимо подбирать концентрацию веществ в растворе и их соотношение друг с другом.

Осветление — устранение общего окрашивания кинопленок, которое возникает при их отбеливании. Это окрашивание загрязняет обращенное позитивное изображение. Кроме того, в фотографическом слое кинопленки может сохраниться некоторое количество окислителя, например двухромовокислого калия, который мешает последующим операциям обработки, препятствует второму проявлению и т. д. Для обесцвечивания кинопленок и для удаления окислителя применяют осветляющий раствор, содержащий большое количество сульфита натрия или бисульфита натрия, иногда к ним добавляют немного тиосульфата натрия. Во время обработки кинопленки постепенно теряют желто-бурую окраску. Операция закончится, когда окраска полностью исчезнет.

Осветляющий раствор очень быстро портится вследствие окисления и разбавления водой, заносимой кинопленками. По мере порчи раствора снижается степень обесцвечивания. Наличие даже слабой окраски эмульсионного слоя говорит о неполноценности операции. Поэтому осветляющий раствор обновляют чаще, чем все другие.

Засветка — экспонирование кинопленок для образования скрытого позитивного изображения.

Экспонирование осуществляют диффузно-рассеянным светом, равномерно действующим на всю площадь кинопленки, иногда на обе стороны одновременно. Засвеченная кинопленка приобретает сиреневый оттенок. Экспонирование может быть полным, обеспечивающим участие всего галогенида серебра в образовании позитивного изображения, или регулируемым, позволяющим управлять плотностью и контрастностью позитивного изображения.

Завышенное экспонирование кинопленки может дать отрицательные результаты, если возникнет явление соляризации. Однако соляризация возникает только при чрезмерно большом действии света на светочувствительный слой и далеко не на всех видах кинопленок.

Неполная засветка кинопленок (делающая способным к восста-

новлению часть галогенидов серебра) возможна в ряде случаев, например если во время съемки экспозиция была недостаточной (недодержка) или объект имел очень большой интервал яркостей. Позитивы таких изображений при полном засвечивании окажутся повышенной плотности. При уменьшении засветки кинопленок позитивное изображение будет строиться из меньшего количества серебра, особенно яркие детали объекта.

Сокращением экспозиции при засветке кинопленки можно изменить характеристическую кривую, понизить максимальные плотности, что приведет к увеличению фотографической широты и светочувствительности. Сокращают экспозицию путем уменьшения времени или освещенности. Причем сокращение должно быть довольно значительным по сравнению с нормальным, рассчитанныш на максимально возможную плотность обрабатываемых кинопленок. Регулируют экспозицию для засвечивания по пробам от рабочего материала. Однако регулированием экспозиции больших положительных результатов достичь нельзя. *Второе проявление* — операция, во время которой оставшиеся галогениды серебра, экспонированные при засветке кинопленки, восстанавливаются проявителем и образуют *позитивное* изображение объекта съемки.

Для второго проявления применяют растворы, подобные первым проявителям, но без роданистых солей, способных вызвать вуаль на позитивном изображении. Как правило, второе проявление должно полностью восстановить галогениды серебра, оставшиеся после всех предыдущих операций в кинопленке. Иногда, изменяя продолжительность второго проявления, регулируют плотность и контрастность позитивного изображения. Чем недопроявлеинее кинопленка, тем меньшей плотности и контрастности будет позитив. Однако возможности исправления позитивного изображения путем регулирования второго проявления весьма ограничены.

При чрезмерно длительном втором проявлении на позитиве могут появиться пятна, и вместо нейтрально-серого он может стать желто-коричневым. Если позитивное изображение получилось с зеленоватым оттенком, следовательно, второй проявитель был слишком концентрированным.

Для второго проявления пользуются растворами, которые образуют позитивное изображение без предварительной засветки кинопленок. Эти проявители содержат помимо обычных веществ еще и *вуалирующие*, восстанавливающие галогениды серебра. В качестве таких веществ применяют хлористое олово, гидразин и др.

Вуалирующие вещества могут быть введены и в осветляющий раствор, который в данном случае заменит операцию проявления.

Второе проявление в некоторых процессах заменяют *чернением*. Для чернения используют растворы, содержащие гидросульфит натрия (дитионит натрия), сернистый натрий, тиомочевину и другие вещества, переводящие галогениды серебра в металлическое серебро или в труднорастворимую соль серебра типа сульфида серебра.

Обработка кинопленки проявляющим раствором с вуалирующим или чернящим веществом позволяет исключить процесс засветки, *п*

тем самым предохраняет изображение от полос, возникающих из-за неравномерного освещения кинопленки. Исключение засветки упрощает и сокращает процесс обработки кинопленок. Недостатком сокращенного процесса служит то, что он не позволяет регулировать плотность и контрастность обращенного позитивного изображения.

Фиксирование — удаление галогенидов серебра, которые могли остаться в кинопленке после двух проявлений. Такого серебра бывает очень мало, однако оно может во время хранения испортить изображение.

Для удаления галогенида серебра применяют фиксирующие растворы разного состава: кислые, быстрые или дубящие. Фиксирование идет очень быстро и заканчивается через 2—4 мин.

Водная промывка — обработка кинопленки водой с целью удаления компонентов обрабатывающих растворов и веществ, возникших во время обработки.

Большинство технологических процессов предусматривает водную промывку кинопленок после каждой операции. Эти промывки предохраняют растворы от воздействия друг на друга и от веществ, могущих испортить растворы. Наиболее тщательная промывка осуществляется проточной водой. Особенно важна окончательная промывка, удаляющая серебряные соли, возникающие при фиксировании. Эти соли могут разрушить изображение во время хранения кинопленок.

В табл. 24, 25 и 26 приведены режимы и рецепты для обработки черно-белых обращаемых кинопленок.

Цветные обращаемые кинопленки обрабатывают по процессам, рекомендованным фирмами. Эти процессы различны, так как различны и кинопленки. Многие процессы относятся к ускоренным, они осуществляются при повышенной температуре растворов.

Некоторые цветные обращаемые кинопленки допускают форсированную обработку, повышающую их светочувствительность. Однако, как сообщают фирмы, повышение светочувствительности кинопленки путем форсированной обработки приводит к ухудшению качества изображения: повышается зернистость и несколько искажается цвет.

Общими для всех процессов обработки цветных обращаемых кинопленок являются операции, перечисленные ниже.

Первое проявление — в процессе его образуются черно-белые частичные негативные изображения из металлического серебра в слоях кинопленки.

Первые проявители относятся к энергично работающим фенидон-гидрохиноновым или метолгидрохиноновым растворам. От постоянства состава и температуры раствора и способа обработки кинопленки в значительной степени зависит качество конечного цветного позитивного изображения. Во время первого проявления закладываются основные характеристики окончательного цветного изображения. Снижение концентрации проявляющих веществ, а также падение показателя pH раствора приводят к резкому понижению светочувствительности обрабатываемой кинопленки, к увеличению контрастности и часто к заметному повышению плотностей, которыми воспроизводятся яркие детали в позитиве, как бы вуалируя изображение.

Таблица 24

Режим обработки черно-белых обращаемых кинопленок

Название операции	Процесс: отечественный		ORWO 4105		ORWO 4185		Kodak		Agfa-Gevaert	
	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C
1-е проявление	4	20±0,5	5—7	20±0,3	4	24±0,5	120	20±0,3	2	20±0,5
Промывка	2	12—15	4	12—15	2	20—24	30	19—20	1	18—22
Отбеливание	4	19—21	2	19—21	1—2	24±1	50	20±1	2	19—21
Промывка	2	12—15	2	12—15	1	20—24	30	19—20	1	18—22
Обесцвечивание	2	19—21	2	19—21	1	20—24	30	20±1	1	19—21
Промывка	2	12—15	2	12—15	1	20—24	30	19—20	1	18—22
Засветка	8000—10.000 лк·с									
2-е проявление	3—4	20±0,5	2	20±0,5	1—1,5	24±0,5	50	20±0,5	1	19—21
Промывка	2	12—15	1	12—15	1	20—24	30	19—20	1	19—21
Фиксирование	2	19—21	2	19—21	1	20—24	50	19—20	1	19—21
Промывка	4	12—15	6	12—15	3	20—24	60	19—20	3	19—21

Таблица 25

Рецепты проявляющих растворов для обработки черно-белых обращаемых кинопленок

Наименование вещества	Процесс							
	отечественный		ORWO 4105, 4185		Kodak		Agfa-Gevaert	
	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель
Метол, г/л	2	5	0,2	0,2	0,6	1	0,6	1
Гидрохинон, г/л	15	6	10	10	20	20	20	20
Сульфит натрия безводный, г/л	75	40	25	25	50	50	50	50
Сода безводная, г/л	31	31	20	20	—	—	—	—
Едкий калий, г/л	8	—	5	5	20	15	20	15
Роданистый калий, г/л	6	—	6	—	6	—	7,2	—
Бромистый калий, г/л	18	2	6	6	8	5	8	5
Йодистый калий, г/л	—	—	—	—	—	0,25	—	0,25
Сульфат натрия, г/л	15	—	—	—	—	—	—	—
Гексаметафосфат натрия, г/л	—	—	2	2	—	—	2	2

Таблица 26

Рецепты вспомогательных растворов для обработки черно-белых обращаемых кинопленок

Название вещества	Процесс											
	отечественный			ORWO 4105, 4185			Kodak			Agfa-Gevaert		
	отбеливающий	обесцвечивающий	фиксирующий	отбеливающий	обесцвечивающий	фиксирующий	отбеливающий	обесцвечивающий	фиксирующий	отбеливающий	обесцвечивающий	фиксирующий
Двухромовокислый калий, г/л	9,5	—	—	10	—	—	9,5	—	—	9,5	—	—
Тиосульфат натрия, г/л	—	—	250	—	—	250	—	—	330	—	—	300
Сульфит натрия безводный, г/л	—	90	—	—	90	—	—	100	7,5	—	100	10
Метабисульфит калия (натрия), г/л	—	—	—	—	—	50	—	—	(90)	—	—	—
Борная кислота, г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Хлористый аммоний, г/л	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Квасцы алюмокалиевые, г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	—	20
Гексаметафосфат калия, г/л	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
Серная кислота концентриров., мл/л	10	—	—	15	—	—	12	—	—	12	—	—
Уксусная кислота 28%, мл/л	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	10

Завышенная концентрация проявляющих веществ или увеличение показателя pH раствора служит причиной перепроявления кинопленки, что приводит к понижению плотности, насыщенности цвета в цветном позитиве. В наибольшей степени перепроявление отражается па верхнем светочувствительном слое, в котором при дальнейшей обработке образуется изображение из желтого красителя. В верхнем слое диффузия компонентов проявителя и продуктов реакции из слоя идет быстрее, чем в других, вследствие более выгодного расположения верхнего слоя в кинопленке. При перепроявлении верхнего слоя в нем расходуется серебра больше, чем следует. В результате серебра будет недостаточно для образования желтого красителя, что приведет к нарушению цветного баланса. В позитивном изображении станет преобладать синий цвет.

В первый проявитель вводят роданистые и йодистые соли. Роль их в образовании черно-белых серебряных изображений весьма значительна. Роданистые соли существенно ускоряют процесс за счет усиления физического проявления, протекающего одновременно с химическим. Помимо общего ускорения процесса проявления и повышения светочувствительности обрабатываемых кинопленок присутствующие в первом проявителе роданистые соли способствуют значительному уменьшению минимальных плотностей, образующих изображение ярких деталей в цветном позитиве. Объясняется это тем, что сильно экспонированные участки кинопленки, соответствующие ярким деталям объекта съемки, всегда содержат мелкие малочувствительные и неспособные восстановиться во время первого проявления микрокристаллы галогенида серебра. Эти микрокристаллы после интенсивной засветки и второго проявления восстанавливаются и как бы вуалируют изображение. Роданистые соли в первом проявителе растворяют мелкие микрокристаллы, тем самым препятствуя их восстановлению и вуалированию изображения.

Однако повышенная концентрация роданистых солей в проявителе ухудшает качество изображения — понижая минимальные плотности и контрастность в цветном позитиве. Наоборот, пониженная концентрация роданистых солей в проявителе повышает максимальные плотности и контрастность в цветном позитиве.

Концентрация роданистых солей в проявителе неодинаково действует на светочувствительные слои кинопленок. Соли сильнее влияют на средний слой, чем на два других, что отражается на цветном позитиве.

На качество цветного позитива оказывают большое влияние йодистые соли, вводимые в очень малых количествах в первый проявитель. Основное их назначение — затормозить проявление верхнего светочувствительного слоя, склонного к перепроявлению. Йодистые соли, адсорбируясь на микрокристаллах галогенида серебра, образуют на их поверхности труднорастворимые комплексы, замедляющие процесс проявления в верхнем слое.

Повышенная концентрация йодистых солей в растворе приводит к значительному торможению проявления верхнего слоя, что служит причиной увеличенного выхода желтого красителя в цветном позитиве. Чрезмерно большое количество йодистых солей (по сравнению с рецептом) препятствует проявлению и других светочувствительных слоев, в результате чего позитив оказывается очень плотным, с плохо различимыми деталями. Кроме того, йодистые соли в зависимости от концентрации в проявителе могут влиять на каждый светочувствительный слой, в результате позитив получится цветоискаженным.

Пониженное количество йодистых солей способствует ускорению проявления верхнего слоя и уменьшает выход желтого красителя в позитиве.

Остановка проявления — прерывает проявление негативных изображений и способствует вымыванию проявителя из кинопленок. Останавливающий раствор содержит вещества, создающие кислую среду, например уксусную кислоту, метабисульфит калия или натрия, борную кислоту и др.

В останавливающие растворы часто вводят тиосульфат натрия, и тогда раствор называют останавливающе-фиксирующим. Он, по существу, представляет собой слабокислый фиксирующий раствор, который, прерывая проявление, одновременно переводит галогениды серебра в растворимые серебряные комплексы. Этот раствор обычно используют после второго проявления кинопленок, заменяя операцию фиксирования.

Засветка — экспонирование кинопленок перед вторым проявлением. Роль ее аналогична засветке при обработке черно-белых обращаемых кинопленок. Во время засветки возникает скрытое изображение в каждом светочувствительном слое обращаемой цветной кинопленки. Экспонирование осуществляют белым светом, обычно с обеих сторон кинопленки. Часто засветку совмещают с водной промывкой кинопленки.

Второе проявление — восстановление галогенидов серебра, оставшихся после первого проявления и экспонированных при засветке кинопленки. Одновременно с восстановлением галогенида серебра в металлическое второй проявитель переводит краскообразующие компоненты, размещенные в светочувствительных слоях, в красители, точно воспроизводящие частичные серебряные изображения. В результате второго проявления создаются три частичных позитивных изображения из металлического серебра и три из красителей — желтого, пурпурного и голубого.

Задача второго проявления — восстановить оставшиеся галогениды серебра и на участках кинопленок, не экспонированных при съемке, образовать из красителей нейтральное по цвету почернение. На доброкачественных кинопленках, при правильной фотографической обработке, не освещенные при съемке участки должны иметь бесцветную плотность не ниже 2,0.

Между первым и вторым проявлением кинопленок существует определенная зависимость. Исследования показывают, что первый, черно-белый проявитель в значительно большей степени, чем второй — цветной проявитель, определяет качество окончательного изображения. При изменении pH первого проявителя меняется форма кривых спектрального поглощения красителей. Колебания в темпе-

ратуре первого проявителя сказываются на форме кривых спектрального поглощения красителя, причем эти изменения у разных красителей неодинаковы. Сильно и влияние состава первого проявителя, например концентрации роданистых и йодистых солей в растворе. Поэтому очень важно соблюдать заводские рекомендации по обработке кинопленки, предусматривающие должную согласованность операций.

Второй проявитель в некоторых процессах образует цветное обращенное позитивное изображение без засветки кинопленки до ее обработки в растворе. Такие проявители содержат специальные вуалирующие вещества. Эти вещества восстанавливают галогениды серебра без участия света и образуют красители в фотографических слоях из краскообразующих компонент.

Для улучшения цветовоспроизведения используют эффект взаимного влияния светочувствительных слоев цветной обращаемой кинопленки. Этот эффект заключается в том, что при проявлении верхние слои оказывают влияние на нижние, и, наоборот, нижние на верхние. Например, вследствие влияния нижнего, красночувствительного слоя уменьшается вредная регистрация голубого изображения зеленочувствительным и особенно синечувствительным слоями кинопленки. В результате улучшаются их цветоделительные характеристики.

Степень действия эффекта зависит от первого проявления кинопленки. Так, повышение температуры первого проявляющего раствора с 25 до 30° при соответствующем сокращении времени проявления, улучшает цветоделительные характеристики кинопленки. Дальнейшее увеличение температуры раствора заметно ухудшает цветоделение и уменьшает плотность окончательного изображения. Отрицательно сказывается и снижение температуры раствора. Поэтому, подбирая режимы обработки кинопленок в первом проявителе, можно в некоторой степени влиять на цветоделительные характеристики изображения.

Второе проявление практически не оказывает влияния на цветоделительные характеристики. Это проявление должно обеспечить полное восстановление галогенидов серебра, оставшихся после первого проявления, иначе нельзя будет получить доброкачественное по плотности цветное позитивное изображение.

Отбеливание — обработка кинопленок раствором окислителя с целью перевода в серебряную соль всего металлического серебра, т. е. серебра, составляющего негативное и позитивное изображение, а также серебра во вспомогательных слоях кинопленки.

Основой отбеливающего раствора является железосинеродистый калий, двухромовокислый калий, соль трехвалентного железа и этилендиаминтетрауксусной кислоты и др.

Растворы с железосинеродистым калием наиболее реакционноспособны и быстро окисляют металлическое серебро. Будучи слабокислыми или нейтральными, эти растворы не разрушают красители в цветном изображении. Растворы с двухромовокислым калием окисляют серебро медленнее, реакция ускоряется при увеличении кислой среды. Однако при повышении кислотности возникает опасность в ослаблении красителей, составляющих цветное позитивное изображе-

Таблица 27

Режим обработки цветных обращаемых кинопленок

Название операции	Процесс											
	отечественный				ORWO		Kodak				AGFA-GEVAERT	
	стандартный		ускоренный		9165		ECO-3		VNF-1		II	
	продолжительность, мин	температура °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C	продолжительность, мин	температура, °C
Дубление	—	—	—	—	—	—	2,5	35	—	—	—	—
Нейтрализация	—	—	—	—	—	—	(30)	35	—	—	—	—
Размачивание	—	—	—	—	—	—	(12)	32	—	—	(10)	25±1
1-е проявление	11—13	25±0,3	4—6	30±0,3	10	25±0,3	2(48)	32,2	3(10)	37,8	3	25±0,2
Промывка	1	21±3	(30)		1	12—25	—	—	—	—	—	—
Прерывание	2	20	1		2	20—25	(30)	35	(30)	35	(45)	25±1
Промывка	5	15±3	2		10	12—25	1	37,8	1	38	(45)	23±2
Засветка	8000—10000 лк·с											
2-е проявление	10	25±0,3	1(30)		10	25±0,3	3(35)	43,3	3(35)	43,3	4(15)	25±0,2
Прерывание	—	—	—	—	—	—	(30)	35	(30)	35	(30)	25±1
Промывка	20	12±4	10		20	12—25	1	37,8	1	38	1	23±2
Отбеливание	3—5	20±1	3		5	20—25	1(30)	35	1(30)	35	2	25±1
Промывка	5	15±3	3		5	12—25	—	—	—	—	1	23±2
Фиксирование	5	20±1	2		5	20—25	1(30)	35	1(30)	35	1	25±1
Промывка	15	15±3	3		15	20—25	1	37,8	1	38	1(30)	23±2
Стабилизация	—	—	—	—	—	—	(30)	35	(30)	35	10	25±1

Примечание. Число в скобках показывает время в секундах.

Таблица 28

Рецепты проявляющих растворов для обработки цветных обращаемых кинопленок

Наименование вещества	Процесс							
	отечественный		ORWO 9165		KODAK ECO-3, VNF-1		GEVACHROME-II	
	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель
Фенидон, г/л	0,25	—	0,25	—	0,35	—	0,5	—
Гидрохинон, г/л	4,5	—	4,5	—	5,50	—	6,0	—
ЦПВ-1, г/л	—	4,0	—	4,0	—	—	—	3,6
С-3	—	—	—	—	—	11,0	—	—
Гексаметафосфат, г/л	—	—	2,0	3,0	—	—	2,0	2,0
Трилон Б, г/л	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—
Сульфит безводный, г/л	40,0	2,0	40,0	3,0	37,0	7,5	50,0	4,0
Сода безводная (поташ), г/л	20,0	(75,0)	(25)	(75,0)	28,2	—	25,0	25,0
Едкий натр, г/л	—	—	—	—	—	3,25	—	—
Бромистый калий (натрий), г/л	2,0	2,0	2,0	2,0	(1,3)	(0,9)	2,3	0,75
Йодистый калий, г/л	0,01	—	0,007	—	0,013	0,09	6(мл)	4(мл)
Роданистый калий (натрий), г/л	2,5	—	2,0	—	(1,38)	—	3,0	—

Продолжение табл. 28

Наименование вещества	Процесс							
	отечественный		ORWO 9165		KODAK ECO-3, VNF-1		GEVACHROME-II	
	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель	1-й проявитель	2-й проявитель
Тринатрий фосфат, г/л	—	—	—	—	—	36,0	—	—
Бисульфит натрия, г/л	—	—	—	—	8,0	—	50	—
Бикарбонат, г/л	—	—	—	—	—	—	—	0,3
Этилендиамин, г/л	—	—	—	—	—	3,0	—	—
Диоксипиридиновая кислота	—	—	—	—	—	1,5	—	—
Бензиловый спирт, мл/л	—	—	—	—	—	4,5	—	—
Полигликоль	—	—	—	—	—	—	5,0	—
Активатор (фирмы), г/л	—	—	—	—	—	—	—	2,5
Умягчитель 4 (фирмы), г/л	—	—	—	—	—	3,0	—	—
Обращающее вещество А-1 (фирмы), г/л	—	—	—	—	—	0,07	—	—

Таблица 29

Рецепты вспомогательных растворов для обработки цветных обращаемых кинопленок

Название вещества	Процесс: отечественный, отбеливающий	отечественный, фиксирующий	ORWO 9165, отбеливающий	ORWO 9165, фиксирующий	KODAK, VNF-1, ECO-3, отбеливающий	KODAK, VNF-1, ECO-3, фиксирующий	KODAK, VNF-1, ECO-3, прерывающий	KODAK, VNF-1, ECO-3, стабилизирующий	GEVACHROME-II, отбеливающий	GEVACHROME-II, фиксирующий
Феррицианид калия (натрия), г/л	100	—	100	—	245	—	—	—	40	—
Персульфат калия, г/л	—	—	—	—	45	—	—	—	—	—
Бромистый калий (натрий), г/л	35	—	15	—	(37)	—	—	—	30	—
Фосфат натрия однозамещенный, г/л	5,8	—	25	—	—	—	—	—	—	—
Фосфат калия двузамещенный, г/л	4,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бура, г/л	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Бисульфит натрия, г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—
Полиэтиленгликоль, г/л	—	—	—	—	3,6	—	—	—	—	—
EDT_A — Na_4	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
Тиосульфат натрия, (аммония), г/л	—	160	—	128	—	204	—	—	—	(175)
Сульфат аммония, г/л	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—
Сульфит безводный, г/л	—	—	—	—	—	11,5	—	—	—	10
Ацетат натрия, г/л	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Уксусная кислота, ледяная мл/л	—	—	—	—	—	9	30	—	5	—
Едкий натр, г/л	—	—	—	—	—	—	1,65	—	—	—
Формальдегид 37%-ный, мл/л	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—
Умягчитель (фирмы), г/л	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Стабилизатор (фирмы), г/л	—	—	—	—	—	—	—	0,14	—	—

Примечание. Количество вещества в скобках соответствует веществу — заменителю.

ние. Различие в действии этих растворов состоит и в том, что двухромовокислый калий дубит эмульсионный слой на участках окисления серебра и тем самым повышает прочность слоя. Железосинеродистый калий в малых концентрациях не влияет на физико-механические свойства кинопленок, при больших концентрациях размягчает эмульсионный слой, что значительно снижает его прочность.

Отбеливающий раствор, содержащий железосинеродистый калий и двухромовокислый калий, более экономичен, позволяет ускорить процесс и повысить прочность фотографического слоя. Такой раствор улучшает и визуальную резкость цветного изображения.

Часто в отбеливающий раствор вводят тиосульфат натрия, чтобы одновременно с окислением серебра происходило и его растворение. Объединение двух операций технологически целесообразно, однако присутствие в растворе окислителя и тиосульфата натрия делает раствор непрочным. Поэтому отбеливающе-фиксирующие растворы контролируют особенно тщательно и часто освежают их или меняют.

Некоторые из отбеливающих растворов содержат специальные вещества, например бромиды, фосфаты, полнокс и др., ускоряющие процесс и повышающие его стабильность.

Фиксирование — операция по превращению серебряной соли, возникшей во время отбеливания кинопленки, в растворимую соль серебра. Основным веществом в растворе является тиосульфат натрия или аммония. Раствор может быть слабокислым и дубящим.

Стабилизация — завершающая операция при обработке обращаемых кинопленок. Цель ее — повысить устойчивость красителей в цветном изображении. Эти растворы обычно содержат дубящие вещества.

В табл. 27, 28, 29 приведены режимы и рецепты для обработки цветных обращаемых кинопленок.

§ 31. Обращенное изображение

Оценивая экспозицию, которой подвергалась обращаемая кинопленка, необходимо помнить, что изображение повышенной плотности получается при недостаточной экспозиции, а изображение заниженной плотности — из-за избытка экспозиции.

Объяснить появление изображений, отличных от традиционных, можно следующей схемой: правильная экспозиция при съемке на черно-белую обращаемую кинопленку делает способными к проявлению 50% микрокристаллов галогенида серебра, содержащегося в светочувствительном слое. Во время первого проявления все экспонированные галогениды серебра переходят в зерна металлического серебра. Следовательно, на негативное изображение расходуется половина серебра кинопленки. Столько же серебра остается на образование позитивного изображения, создаваемого вторым проявлением кинопленки. В результате негативное и позитивное изображения будут уравновешены по количеству серебра и правильно воспроизведут объект съемки.

Если съемка велась с недостаточной экспозицией (недодержка)» то галогенидов серебра, способных к восстановлению первым проявителем, окажется меньше 50%. Следовательно, при нормально проведенном первом проявлении на негативное изображение будет использовано меньше 50% галогепидов серебра. В результате в кинопленке будет избыток галогенида серебра, подлежащего восстановлению вторым проявителем. За счет этого избытка образуется позитивное изображение повышенной плотности. Чем сильнее недодержка при съемке, тем плотнее будет позитивное изображение на обращаемой кинопленке.

Если съемка велась с избыточной экспозицией (передержка), галогенидов серебра, способных к восстановлению первым проявителем, будет больше 50%. При нормально проведенном первом проявлении на негативное изображение будет использовано больше 50% серебра. В результате после второго проявления позитивное изображение окажется пониженной плотности. Чем больше будет передержка при съемке, тем меньшей плотности станет позитивное изображение на обращаемой кпнопленке.

Рассмотренная схема получения обращенного изображения на черно-белой кинопленке может быть распространена и на цветное обращенное изображение. В этом случае схема усложняется, так как цветное изображение строится в трех светочувствительных слоях кинопленки, на каждый из которых экспозиция может действовать различно.

Для телевидения, которое широко пользуется обращаемыми кинопленками, объект съемки должен иметь интервал яркостей не больше, чем 1,4, это значит, что самая темная деталь отражает 3%, а наиболее светлая — 60% света. Такого интервала яркостей объекта достигают выбором его освещения, подбором деталей в объекте, исключением излишне черных и белых элементов и другими средствами. При съемке предпочтение отдают крупным и средним планам, так как общие планы плохо воспроизводятся на экране телевизора.

Обращаемые кинопленки имеют повышенную контрастность и небольшую фотографическую широту, поэтому большие трудности возникают при воспроизведении вечерних и ночных объектов, особенно если снимают портрет и экспонируют по яркости лица, если снимают на черно-белую пленку. При съемке на цветную кинопленку такое экспонирование может привести к значительному нарушению баланса в изображении. Поэтому съемку вечерних и ночных эпизодов предпочитают вести при дневном освещении, создавая эффект ночного освещения включением в кадр деталей, создающих впечатление о вечернем или ночном изображении.

В результате неправильной общей экспозиции на обращенном изображении возникают детали с пониженной или повышенной плотностью.

Склонные при монтаже разные по плотности или контрасту изображения портят впечатление зрителя о фильме.

§ 32. Копии с обращенного изображения

Копии с обращенного позитива изготовляют во многих случаях: для монтажа фильма с целью сохранения первичного изображения, для получения фильма, выравненного по плотности и выправленного по цвету, для перевода изображения с одного формата кадра на другой, для тиражирования фильма и т. д.

Копии изготовляют на специальных обращаемых кинопленках для печатания изображения. Эти кинопленки мелкозернистые, имеют малую светочувствительность, близкую к обычным позитивным кинопленкам; высокую разрешающую способность, контрастность их — около 1,0. Некоторые из этих кинопленок снабжены магнитной дорожкой для записи фонограммы.

В большинстве случаев фотографическая обработка обращаемых кинопленок для печатания копий ведется по технологическим процессам, рекомендованным для обычных обращаемых кинопленок.

Печатание копий производят контактными или оптическими копировальными аппаратами. При печатании контактным способом экспонирование ведется через подложку первичного изображения, чтобы оно не оказалось зеркально перевернутым. Такое печатание несколько снижает резкость копии, но если экспонирование осуществлять направленным пучком света без рассеивателя, то потери будут очень небольшими.

Оптическое печатание позволяет получать с первичного изображения на 16-мм обращаемой кинопленке копии фильмов на 35-, 16- и 8-мм кинопленках. При иммерсионном печатании эти копии оказываются вполне доброкачественными.

Определение режима печатания копий осуществляют путем визуальной оценки изображения или с помощью цветоанализатора. Любой из способов много проще, чем применяемый при негативно-позитивном процессе.

Если печатание копий ведут копировальным аппаратом с аддитивной светооптической системой, режим печатания подбирают по схеме (табл. 30).

Таблица 30

Корректирование изображения по аддитивному способу

В копии излишне много цвета	Следует увеличить при экспонировании количество света
синего	зеленого + красного
зеленого	синего + красного
красного	синего + зеленого
желтого	синего
пурпурного	зеленого
голубого	красного

Когда печатают копии по субтрактивному способу, при экспонировании используют корректирующие светофильтры повышенной

плотности того цвета, который следует ослабить в изображении. Подбор светофильтров ведут по схеме, указанной в табл. 31.

Таблица 31

Корректирование изображения по субтрактивному способу

В копии излишне много цвета	Следует увеличить при экспонировании плотность светофильтра
синего	желтого
зеленого	пурпурного
красного	голубого
желтого	пурпурного + голубого
пурпурного	желтого -f голубого
голубого	желтого 4- пурпурного

§ 33. Исправление обращенного изображения

Изображение на обращаемых кинопленках чаще, чем на других кинопленках, оказывается неполноценным по плотности, контрастности, тональности и цвету.

Разноплотность, разноконтрастность и разноцветность изображения зависят от вида объекта съемки и его освещения, от общего и внутрикадрового экспонирования при съемке, от свойств кинопленок и от технологического процесса обработки. Степень дефекта тем сильнее, чем больше нарушены условия, предусмотренные процессом обращения.

Дефекты особенно заметны, если фильм смонтирован из первичных изображений, проецируемых непосредственно на экран.

Возможности исправить цветное изображение путем обработки в фотографических растворах практически нет, так как большинство рекомендованных растворов во время обработки кинопленок действуют на все слои. Степень ослабления или усиления частичных изображений зависит от многих трудно управляемых факторов. В результате редко удается сбалансировать цветное изображение. Также невозможно равномерно ослабить или усилить цветное изображение.

Первичные изображения исправляют печатанием на обращаемые или контратипные кинопленки. Разноплотность и разноцветность изображения легко устранить во время печатания, подбирая экспозиции и спектральный состав печатающего света в копировальном аппарате.

Изображения на черно-белых обращаемых кинопденках можно исправить по плотности и контрастности обработкой в ослабляющих или усиливающих растворах.

Ослабляющие растворы позволяют сделать изображение более прозрачным, понизить или повысить контрастность и удалить почернения на светлых деталях в позитиве.

Усиливающие растворы применяют для повышения плотности и изменения контрастности изображения.

Усиливающие растворы применяют редко, потому что большинство из них окрашивает изображение и незначительно повышает плотность деталей.

Характер действия растворов зависит от их состава, продолжительности обработки и свойств кинопленки. Некоторые растворы изменяют тон обработанного изображения — оно может оказаться коричневатым, красноватым и т. д. В результате чего позитив, исправленный по плотности или контрастности, будет недоброкачественным по тону.

Поэтому, подбирая процесс для исправления, следует оценивать его не только по создаваемой плотности или контрастности, но и по тону, в который окрашивается изображение.

Процессы исправления ведут в машинах, подобных проявочным, как правило, в малогабаритных, требующих небольшого количества растворов, которые быстро портятся. Режимы обработки кинопленок устанавливают по пробам.

§ 34. **Монтаж обращенных позитивов**

Монтаж обращенных позитивов аналогичен монтажу режиссерских позитивов, однако имеет некоторые технические особенности. Эти особенности обусловлены тем, что между кадриками на 16- и 18-мм кинопленках очень небольшие расстояния, и тем, что обращенное изображение является оригиналом и его порча недопустима. Вследствие этого монтаж обращенных позитивов ведут в условиях, исключающих возможность каких-либо повреждений кинопленки. Это сложно, так как при монтаже кинопленку многократно перематывают, отбирая нужные фрагменты и устанавливая их длину.

Монтаж осуществляют на монтажном столе с кинопроекционным устройством, которое имеет оптический компенсатор, позволяющий просматривать изображение на маленьком экране при непрерывном движении кинопленки. Большинство монтажных столов снабжены звуковыми блоками, позволяющими одновременно с просмотром изображения прослушивать фонограмму, записанную на магнитную ленту.

Просматривая кинопленку на монтажном столе, монтажница отбирает фрагменты. Точно подрезанные по длине куски кинопленки размещает в монтажном порядке, а затем склеивает их в общий рулон. Склеивание выполняют на прессах, с помощью липкой ленты или электросвариванием. Предпочтение следует отдать электросвариванию кинопленки, так как этот способ обеспечивает чистые и прочные склейки.

Склеивание фрагментов обычно производят с конца части. Первым на стандартную бобышку — сердечник — наматывают защитный ракорд, затем к нему поочередно подклеивают все остальные фрагменты. Заканчивают монтаж подклейкой защитного ракорда к первому фрагменту.

Монтируя фильм, снятый на 16-мм обращаемой кинопленке, необходимо следить за тем, чтобы не включались изображения, сделан-

Глава VI КОНТРАТИПИРОВАНИЕ

Контратипирование — процесс получения дубликатов изображения.

Потребность в контратипировании возникает при создании комбинированных изображений, использовании хроникально-документальных материалов, при переводе изображения с одного формата кадра на другой, при дублировании, тиражировании фильма и т. д.

Процесс контратипирования может быть одностадийным,

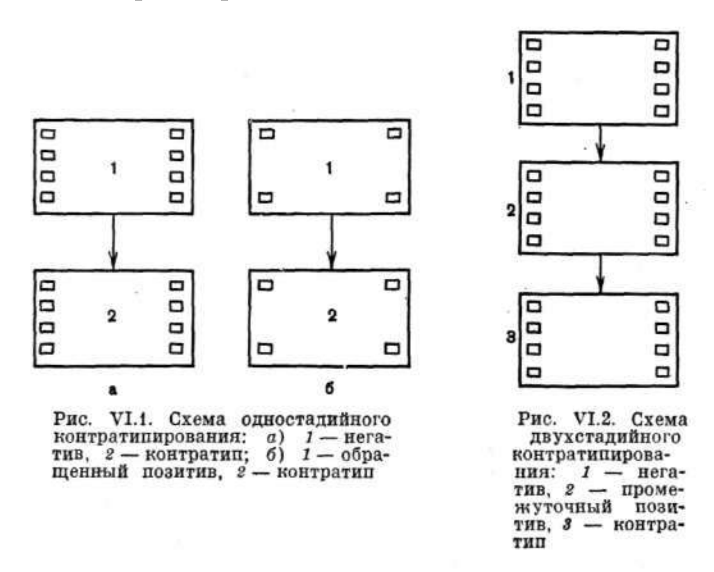


Рис. VI.1. Схема одностадийного контратипирования: *а*) *1* — негатив, *2* — контратип; *б*) *1* — обращенный позитив, *2* — контратип

Рис. VI.2. Схема двухстадийного контратипирования: *1* — негатив, *2* — промежуточный позитив, *3* — контратип

при котором непосредственно с негатива или обращенного позитива изготовляют контратип — негативное изображение (рис. VI. 1), и двухстадийным, когда с негатива делают промежуточный позитив, затем с него — контратип (рис. VI. 2).

Задача процесса контратипирования — получить изображение, идентичное первичному по градационным характеристикам, цветовоспроизведению и передаче мелких деталей. Эта задача может быть решена, если:

используемые для контратипирования кинопленки мелкозернисты, а цветные сбалансированы по контрастности светочувствительных слоев;

копировальные аппараты обеспечивают резкость в напечатанных изображениях;

контратипированные изображения разместятся на прямолинейных участках характеристических кривых кинопленок;

фотографическая обработка кинопленок не вызовет появления эффектов направленного проявления, нарушения баланса слоев и других дефектов.

Практически удается выполнить три последних требования: подобрать кинопленки и экспозиции для печатания, чтобы весь интервал плотностей изображения размещался на прямолинейном участке характеристических кривых кинопленок; проявить промежуточный позитив и контратип при таком режиме, который обеспечит произведение контрастности, равное единице ($\gamma_{пром. поз} \times \gamma_{контр} = 1{,}0$); проявить обращаемые контратипные кинопленки до контрастности, равной единице ($\gamma_{обр} = 1{,}0$).

В целях создания оптимальных условий контратипирования используют наиболее мелкозернистые кинопленки, применяют прецизионную копировальную аппаратуру и проявочные машины с наименьшим выявлением эффектов проявления.

Однако в позитиве, напечатанном с контратипа, почти всегда заметно ухудшение тоновоспроизведения в черно-белом и цветовоспроизведения — в цветном изображениях, а также в детализированности и зернистости. Ухудшения происходят из-за градационных искажений, вызванных влиянием смежных мест; цветоделительных искажений, из-за неполноценности цветных кинопленок, несовершенства кривых поглощения красителями, образующими цветное изображение; уменьшения разрешения мелких деталей изображения вследствие применения многослойных систем кинопленок, недостаточного контакта между печатаемыми слоями или неточностью фокусирования оптических изображений, увеличения зернистости, обусловленной структурным строением изображения.

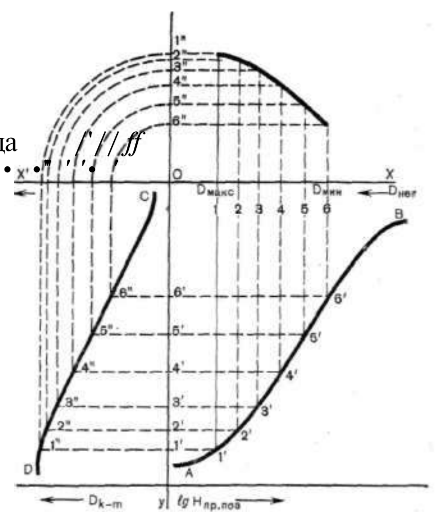


Рис. VI.3. Градационные искажения при использовании криволинейного участка характеристической кривой в процессе контратипирования

Процесс контратипирования снижает качество изображения, особенно деталей в светах и тенях, если при печатании используют и криволинейные участки характеристических кривых кинопленок

(рис. VI. 3). Еще более заметными становятся градационные и цветоделительные искажения, когда контрастируют цветное изображение с использованием начальных и конечных криволинейных участков характеристических кривых кинопленки.

Каждый повторный процесс контратипирования снижает качество изображения. Дефекты усиливаются непропорционально сильно по отношению к количеству повторных процессов контратипирования, т. е. когда окончательный контратип изготовляют путем ряда последовательных операций: негатив — промежуточный позитив — контратип — промежуточный позитив — контратип и т. д. Чем больше операций участвует в процессе контратипирования, тем заметнее ухудшается изображение. В результате оно может походить на клишированное, состоящее из полос и пятен. Поэтому многократное контратипирование применяют в исключительных случаях.

Как правило, при контратипирования изображение исправляют по плотности и цветовоспроизведению. Выправленные промежуточные позитивы и контратипы удобны для последующего использования, например для тиражирования фильма. С таких изображений можно вести печатание с одной экспозицией копировального аппарата, что упрощает работу и исключает ошибки, возможные из-за порчи паспортного механизма копировального аппарата, экспозиционного паспорта и т. д.

При контратипировании принимают меры, чтобы кинопленки не запылялись, не царапались, не терлись и т. д., так как эти дефекты пропечатываются в последующие изображения. Негатив, промежуточный позитив и контратип периодически подвергают чистке, а в случае необходимости — и реставрации. Повышенные требования предъявляют и к печатанию изображения. Почти всегда пользуются копировальными аппаратами с иммерсионным способом печатания, отдавая предпочтение аппаратам с прерывистым передвижением кинопленок, чтобы избежать их скольжения относительно друг друга в момент экспонирования.

§ 36. Контратипирование черно-белого изображения

Для контратипирования черно-белых изображений пользуются комплектом из двух кинопленок: дубльпозитивной и дубльнегативной, подобранных по характеристическим кривым так, чтобы результирующий, коэффициент контрастности (упром. позХуконтр) был равен единице. Исходя из этого требования, промежуточный позитив должен иметь Y= 1,65—1,75; контратип — y = 0,Ь§—0,65. Обе кинопленки относятся к особомелкозернистым и малочувствительным. Дубльпозитивные кинопленки чувствительны до 560—580 нм, дубльнегативные — до 600 нм. Эта сенсибилизация позволяет делать кинопленки весьма малой светочувствительности и зернистости, так как за счет сенсибилизации увеличивается коэффициент полезного действия лампы в копировальном аппарате.

Таблица 33

Черно-белые кинопленки для контратипирования

Производство	Название кинопленки	Вид изображения
Отечественное	Дубльпозитив А-2	Промежуточный позитив с негатива
	Дубльнегатив А-2	Контратип с промежуточного позитива
ORWO	Dup-Positivfilm DP-3	Промежуточный позитив с негатива
	Dup-Negativfilm	Контратип с промежуточного позитива
KODAK	Duplicating Positive 5366/7366	Промежуточный позитив с негатива
	Duplicating Negative 5234/7234	Контратип с промежуточного позитива
AGFA-GEVAERT	Dup-Positivfilm 362	Промежуточный позитив с негатива
	Dup-Negativfilm 464	Контратип с промежуточного позитива
	Reversalfilm 881	Контратип с обращенного позитива
	Duplicating Positive	Промежуточный позитив с негатива
	Duplicating Negative	Контратип с промежуточного позитива

Светочувствительность контрактных кинопленок и другие их характеристики определяются по ГОСТу 10691—3—73.

Отечественные кинопленки для контратипирования имеют следующие характеристики:

дубльпозитивная А-2 — светочувствительность 1,5—3,0 ед. ГОСТ, коэффициент контрастности — 1,4—2,0; плотность вуали — не более 0,05; оптическая плотность в начале прямолинейного участка характеристической кривой — не более 0,8; фотографическая широта — не менее 1,05; разрешающая способность — не менее 215 $мм^{-1}$;

дубльнегативная А-2 — светочувствительность 0,6—1,0 ед. ГОСТ, коэффициент контрастности — 0,65; плотность вуали — не более 0,05; оптическая плотность в начале прямолинейного участка характеристической кривой — не более 0,7; фотографическая широта — не менее 1,8; разрешающая способность — не менее 180 $мм^{-1}$.

Подобные характеристики имеют зарубежные контрактные кинопленки (табл. 33).

Для печатания промежуточного позитива и контратипа экспозиции определяют по пробным изображениям, оцениваемым визуально или с помощью денситометра. Экспозиции подбирают с таким расчетом, чтобы изображение размещалось на прямолинейном участке характеристической кривой и воспроизводило максимальное количество деталей.

В промежуточном позитиве изображение должно быть несколько плотнее и менее контрастно, чем в позитиве для кинопроекции. Контратип также не должен иметь совершенно прозрачных участков даже в том случае, если они имелись в негативе.

Дубльнозитивные и дубльнегативные кинопленки обрабатывают в выравнивающих проявляющих растворах, к которым относятся негативные проявители.

При контратипировании черно-белого обращенного изображения, т. е. позитивного, изготовляют только контратип. Его делают на дубльнегативной кинопленке, проявляемой до γ = 0,55—0,60.

§ 37. Контратипирование цветного изображения

Контратипирование Цветного изображения можно вести по трем технологическим схемам:

цветной негатив — цветной контратип на обращаемой дубльнегативной кинопленке;

цветной негатив — промежуточный позитив на универсальной контратипной кинопленке — контратип на такой же кинопленке;

цветной позитив на обращаемой кинопленке — цветной контратип на дубльнегативной кинопленке.

Отечественная универсальная контрактная кинопленка КП-6 имеет следующие характеристики: общая светочувствительность — не менее 0,10 ед. ГОСТ; баланс светочувствительности — не более 2,0; коэффициент контрастности каждого слоя — 1,0—1,15; баланс контрастности — не более 0,10; суммарная плотность вуали и маски для красночувствительного слоя — не менее 0,25, для зеленочувствительного — не менее 0,55, для синечувствительного — не менее 1,10; фотографическая широта для синечувствительного слоя — не менее 1,2; для зелено- и красночувствительного — не менее 1,5; среднеквадратичная гранулярность за зеленым светофильтром — не более 1,3; за красным — 1,6; частотно-контрастная характеристика зеленочувствительного слоя — не менее 0,45, красночувствительного — не менее 0,30.

В табл. 34 приведены кинопленки для контратипирования цветного изображения.

По первой технологической схеме, предусматривающей одностадийное контратипирование, цветной негатив печатается на цветную обращаемую дубльнегативную кинопленку, имеющую сенсибилизацию слоев, близкую цветной позитивной кинопленке, с краскообразующими компонентами, подобными применяемым в негативных кинопленках. Цветные обращаемые дубльнегативные кинопленки относятся к особомелкозернистым материалам с весьма низкой светочувствительностью. Эти кинопленки с классическим строением имеют в двух светочувствительных слоях краскообразующие компоненты, создающие частичные маскированные изображения, что повышает цветоделение в контратипе.

Для приведения спектрального состава экспонирующего света копировального аппарата к свойствам кинопленки подбирают балансные светофильтры. Одновременно устанавливают и общую экспозицию, обеспечивающую размещение изображения на прямолинейных участках характеристических кривых кинопленки с максимальной проработкой деталей в контратипе.

Обращаемую дубльнегативную кинопленку проявляют до $\gamma_{обр}$ = 1,0, определяемой по контрольной сенситограмме, впечатанной в первую часть фильма перед начальным ракордом.

Чтобы в контратипе не оказалось зеркального изображения по отношению к негативу, печатание ведут оптическим копировальным аппаратом. Если применяют контактный копировальный аппарат, то для уменьшения потери резкости изображения из-за печатания через подложку негатива экспонирование должно осуществляться направленным пучком света, без рассеивателя.

Вторая схема рассчитана на двухстадийное контратипирование. Первоначально с негатива изготовляют промежуточный позитив, затем с этого позитива делают контратип. Для промежуточного позитива и контратипа используют одну и ту же универсальную контрактную кинопленку с классическим строением. Эта кинопленка строго сбалансирована по контрастности слоев, два из которых имеют маскирующие краскообразующие компоненты.

Промежуточный позитив и контратип проявляют до одинакового значения $\gamma = 1,0$. Контроль проявления ведут по сенситограмме, впечатанной в первую часть фильма, перед начальным ракордом.

Для печатания промежуточного позитива с негатива пользуются экспозиционным паспортом, с которым был изготовлен эталонный озитив фильма. Печатают в копировальном аппарате с балансным светофильтром, согласующим спектральный состав экспонирующего

Таблица 34

Цветные кинопленки для контратипирования

Производство	Название кинопленки	Вид изображения
Отечественное	КП-М	Промежуточный позитив и контратип
	КП-6	Промежуточный позитив и контратип
	ОК-6	Обращенный контратип с негатива
	ЦПН-1	Контратип с обращенного позитива
ORWO	Duplfilm DC-2	Обращенный контратип с негатива
	Intermediate 5253/7253	Промежуточный позитив и контратип
	Intermediate II 5243/7243	Промежуточный позитив и контратип
	Reversal Intermediate 5249/7249	Обращенный контратип с негатива
	Internegative 5271/7271	Контратип с обращенного позитива

света со свойствами универсальной цветной контратипной кинопленки. Общая экспозиция в сочетании с балансным светофильтром должна обеспечить размещение изображения на прямолинейных участках характеристических кривых кинопленки с максимальным воспроизведением деталей в промежуточном позитиве.

С выправленного по плотности и цветовоспроизведению промежуточного позитива печатают контратип с одной экспозицией и с балансным светофильтром, подобранными к экспонируемой кинопленке. Если промежуточный позитив не полностью выправлен, печатание контратипа ведут с экспозиционным паспортом лишь для фрагментов, требующих корректирования. К общей экспозиции при печатании контратипа предъявляют те же требования, что и к промежуточному позитиву.

Третья схема — одностадийная: контратип изготовляют непосредственно с цветного обращенного позитива. В этом случае первичный обращенный позитив выполняет функцию промежуточного позитива. Для печатания контратипа используют контратипную кинопленку.

Изображение на цветной обращаемой кинопленке часто бывает разным по плотности и цветовоспроизведению. Чтобы получить выправленный контратип, позволяющий печатать фильмокопии с одной экспозицией, необходимо составить экспозиционный паспорт. Его составляют по визуальной оценке изображения на обращенном позитиве или с помощью цветоанализатора. Экспозиции должны обеспечивать размещение изображения на прямолинейных участках характеристических кривых контратипной кинопленки. Экспозиционный паспорт используется с балансным светофильтром, приводящим печатающий свет копировального аппарата к свойствам используемой кинопленки.

В исключительных случаях в процессе контратипирования пытаются исправить изображение по контрастности, например выровнять по контрастности объекты, снятые при очень пасмурном или очень контрастном освещении. Для этого с неполноценного фрагмента изготовляют промежуточный позитив или контратип, подбирая для каждого фрагмента специальный режим обработки, не нарушающий баланс светочувствительных слоев. Затем эти фрагменты вклеивают в промежуточный позитив или контратип вместо неполноценных.

При переводе цветного изображения в черно-белое пользуются одной из следующих схем:

первая — цветной негатив—>-черно-белый промежуточный позитив на панхроматической дубльпозитивной кинопленке—>-черно-белый контратип на дубльнегативной кинопленке;

вторая — цветной позитив—>-черно-белый контратип на панхроматической дубльнегативной кинопленке.

Контратип, сделанный по первой схеме, будет иметь наибольшие тональные искажения, особенно заметные, если в контратипе и в монтируемом рядом с ним черно-белом негативе будет одно изображение. Например, один и тот же букет цветов будет передан совер-

шенно различными по тону изображениями. Будет искажен и характер освещения объекта съемки.

Контратип, полученный по второй схеме, напоминает репродукцию, сделанную с цветного позитива. Благодаря тому что цветной позитив выравнен по плотности и цвету, печатание на панхроматическую дубльнегативную кинопленку ведут при одной экспозиции копировального аппарата.

Изображения, контратипированные с цветного негатива, всегда отличаются от изображений, сделанных на черно-белых негативных кинопленках, по тональности и по резкости. Особенно оно обедняется, если цветное изображение печатают на несенсибилизированную черно-белую кинопленку.

Сильные искажения в изображении возникают и потому, что оператор освещает объект при съемке на черно-белую кинопленку иначе, чем при съемке на цветную.

Как правило, печатание черно-белого изображения с цветного ведут для фильма, который готовят к дублированию.

§ 38. Сквозной фотографический контроль

При фотографической обработке кинопленки применяют сквозной фотографический контроль, цель которого — повысить качество изображения в фильме путем исключения недоброкачественных негативов. Кроме того, этот контроль стандартизирует качество рабочих, контрольных, эталонных и промежуточных позитивов, а также контратипов и фильмокопий.

Есть много систем сквозного фотографического контроля, каждая из которых основана на повышении внимания к экспозиции при съемке, к стабильности негативных, позитивных и контратипных кинопленок, к постоянству процессов печатания изображения и фотографической обработке всех материалов.

Отечественная система контроля, предложенная НИКОИ, требует отбраковки недоброкачественных негативов по экспозиционному паспорту, с которым печатался рабочий позитив; нормирования всех j позитивных и контратипных кинопленок, участвующих в процессе; стабильной работы копировальных аппаратов и проявочных машин. Для контроля используют специальную шкалу (см. рис. IV. 2), обыч- I но называемую покадровой. Эта шкала отличается от сенситограммы тем, что способ изготовления ее позволяет получить заданный уровень плотности, идеальный цветовой баланс и линейное соотношение плотностей в каждом слое.

Контрольную шкалу вклеивают в защитный ракорд рулона негатива, поступающего по одному заказу для печатания рабочего позитива. Экспонирование шкалы ведут при обусловленном световом режиме в зависимости от типа копировального аппарата. Эта экспозиция, как правило, близка к наиболее распространенным номерам экспозиционного паспорта. Поля шкалы в рабочем позитиве должны иметь плотности, нормированные техническими условиями.

Просматривая рабочий позитив, правильно отпечатанный и фотографически обработанный, контролер изымает те негативы, которые требуют экспозиций копировального аппарата, вне норм, предусмотренных техническими условиями. Исключение составляют негативы, снятые специально, о чем оператор ставит в известность контролера.

В результате такого контроля рабочего позитива в смонтированный негатив фильма не могут быть включены изображения повышенной или пониженной плотности и с большим нарушением цветового баланса.

Контрольный и эталонный позитивы печатают со смонтированного негатива, имеющего стандартный ракорд с вклеенной контрольной шкалой. В экспозиционном паспорте для печатания каждой части фильма должна быть отдельная экспозиция, нормированная для контрольной шкалы у определенных полей с заданной плотностью.

Экспозиция, балансный светофильтр и плотности полей в напечатанной контрольной шкале зависят от используемых кинопленок и копировального аппарата. Поэтому кинопленки и копировальный аппарат должны быть приведены к нормированным значениям с помощью светофильтров или других устройств.

Эталонный позитив с нормированными значениями показателей контрольной шкалы и сенситограммы, отвечающими техническим условиям, передается вместе со смонтированным негативом для изготовления фильмокопий.

При тиражировании фильма с участием процесса контратипирования промежуточный позитив и контратип изготовляют с применением шкалы и сенситограмм, отпечатанных на контрольной кинопленке. Они вклеиваются в стандартный ракорд негатива. Контрольные шкалы промежуточного позитива и контратипа измеряют в величинах копировальных плотностей.

Так в промежуточном позитиве, изготовленном на отечественных кинопленках, максимальная *{D\)* и минимальная (Ds) плотности контрольной шкалы должны соответствовать плотностям на прямолинейном участке характеристических кривых контратипной кинопленки, а отношение величин коэффициентов контрастности *(у* $_{пр}$р$^{С3}_{0}$мпоз) ^{к} величинам градиентов промежуточного позитива *{g* $_{пр\ 0}$ $^{с\ 3}$м$_{-поз}$) должно быть равно единице с допусками не более 0,15.

Отдельные части фильма в промежуточном позитиве не должны различаться между собой по величине *AD* более чем на 0,10.

В контратипе максимальная *(Ds)* и минимальная *{D\)* плотности контрольной шкалы должны соответствовать прямолинейным участкам характеристических кривых контратипной кинопленки, а отношение величин коэффициентов контрастности *(у* $_{к}$"* $_{а}$) к величинам градиентов контратипа (^-Рко-па) Д ^{олжно} быть равным единице с допусками, не более 0,15.

Отдельные части фильма в контратипе не могут различаться между собой по величине *AD* более чем на 0,15.

С цветного контратипа изготовляют контрольную фильмокопию на нормированной цветной позитивной кинопленке. Все части филь-

мокопии печатают на одной оси позитивной кинопленки и с одним и тем же балансным светофильтром. Фотографическую обработку частей фильмокопии производят незамедлительно на одной проявочной машине при строгом соблюдении технологического процесса. Затем по контрольной сенситограмме фильмокопии определяют градационные характеристики.

В каждой части контрольной фильмокопии должны быть отпечатки шкалы. Режимы печатания шкалы нормируются технологическим процессом, принятым на предприятии.

Оценка контрольной фильмокопии ведется по плотностям в сенситограмме и по шкале, измеряемым в величинах ВЭСП. Затем по этим плотностям строят характеристические кривые и оценивают градационные характеристики.

Визуально контрольная фильмокопия с контратипа по плотности, цветовоспроизведению и прочим характеристикам должна быть близкой к эталонному позитиву, изготовленному с негатива.

При процессе со сквозным фотографическим контролем могут возникнуть некоторые затруднения, если фильм смонтирован из негативов из отечественной и зарубежной кинопленок или если в цветной фильм включены черно-белые фрагменты. Отступление от норм, установленных сквозным контролем, допустимо в случаях, когда фильмокопии изготовляют на нестандартных позитивных кинопленках.

При сквозном фотографическом контроле используется расчетиый способ. Рациональнее этот контроль осуществлять с помощью автоматических систем управления технологическим процессом. Такая система (АСУТП) разрабатывается НИКФИ. Она позволит сделать сквозной фотографический контроль оперативным и более производительным. Система нормирует цепь: кинопленка — копировальный аппарат — проявочная машина — на основании сенситометрических испытаний всех кинопленок, участвующих в процессе, цветоделительных систем копировальных аппаратов, цветоанализаторов, денситометров и другой аппаратуры. Система предусматривает группирование кинопленок, распределение их по частям фильма и копировальным аппаратам и комплектацию фильмокопий. Осуществляется система средствами автоматики, сопряженными с вычислительными комплексами.

В некоторой степени к контратипированию можно отнести съемку изображения с экрана кинескопа, запись изображения электронным лучом на кинопленку, перевод изображения с магнитной ленты на кинопленку и, наоборот, с кинопленки на магнитную ленту.

Эти электронно-фотографические и фотографическо-электронные процессы необходимы во многих случаях. Например, когда фильм нужен для повторных телепередач, или фильм, записанный на магнитную ленту, из-за различий в стандартах телевизионных систем не может быть использован при международном обмене, или фильм на магнитной ленте требуется для показа в кинотеатре и т. д.

Технология получения этих изображений различна и пока сложна. Однако она очень перспективна для кинематографии и телевидения.

В фильмах нередко есть трансформированные изображения, имитирующие графику, барельеф и др. Техника их изготовления весьма различна и обычно связана с контратипированием изображения.

Создание трансформированных изображений требует большой изобретательности и трудоемкой экспериментальной работы. Далеко не каждый объект съемки пригоден для трансформированного изображения.

Приводим краткий обзор способов получения трансформированных изображений.

Изогелия — изображение, в котором объект съемки воспроизведен ступенчато, с небольшим количеством тонов и по манере выполнения напоминает плакат.

Для изогелии необходим негатив, имеющий хорошую резкость, повышенный контраст и крупные детали. Освещение объекта должно способствовать разделению деталей.

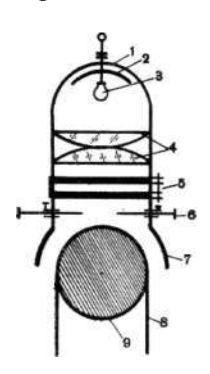
Есть много способов изготовления изогелии. В большинстве случаев используют многократное контратипирование с использованием контрастных кинопленок, в частности позитивных. Первоначально с негатива делают промежуточный позитив, затем с него контратип. Контратипирование последовательно повторяют несколько раз, подбирая экспозицию для печатания с таким расчетом, чтобы в каждом из изображений постепенно исчезали полутона, имевшиеся в негативе. Например, при трехкратном контратипировании первое изображение должно быть напечатано с небольшим недоэкспонированием, второе изображение — с еще большей недодержкой и третье — с такой недодержкой, при которой прорабатываются лишь самые яркие детали. Экспозиции для печатания устанавливаются по предварительным экспонограммам.

С промежуточных позитивов последовательной печатью изображение экспонируют на дубльнегативную кинопленку, затем обрабатываемую при негативном режиме. Полученный контратип вклеивают в смонтированный негатив фильма.

Процесс изготовления промежуточных позитивов и контратипов требует высокой устойчивости изображения, вследствие чего печатание этих материалов осуществляют копировальными аппаратами, имеющими контргрейфер. Поэтому все контратипирование и печатание окончательного изображения проводят на одних и тех же кинопленках и на одном копировальном аппарате, предварительно проверенном на устойчивость кадра.

Псевдосоляризация — изображение, в котором одновременно присутствуют *негативные и позитивные* детали, отделенные друг от друга прозрачной каймой. Чтобы получить такое изображение, негативную кинопленку во время проявления освещают белым или цветным светом. Галогениды серебра, экспонированные через проявляемое изображение, становятся способными к восстановлению и проявляются одновременно с первичным изображением. В результате на кинопленке будет *два* изображения;

негативное и позитивное. Доля каждого из них зависит от плотности первоначально проявленного изображения, степени засветки кинопленки и ее последующего проявления. Подбирая режимы каждого из проявлений и засветки кинопленки, можно получить весьма различные изображения. Как правило, этот процесс осуществляют в проявочной машине, имеющей фонарь для засветки (рис. VI. 4). Перемещая фонарь вдоль лентопротяжного механизма машины, устанавливают его на том участке обрабатываемой кинопленки, который обеспечивает получение заданного изображения.



• Рис. VI.4. Схема фонаря для засветки кинопленки во время проявления: *1* — кожух, *2* — зеркало, *3* — источник света, *4* — конденсор, *5* — рамка для светофильтров, *6* — переменная щель для регулирования экспозиции, *7* — заслонка для предохранения от постороннего света, *8* — кинопленка, *9* — барабан проявочной машины

Подбирать режимы обработки негативной кинопленки можно только в том случае, если имеются дубли для экспериментирования. Чтобы исключить порчу рабочего материала, процесс обычно ведут на контратипе, что, естественно, снижает качество изображения. Можно использовать для засветки и промежуточный позитив с последующим его контратипированием.

Псевдобарельеф — изображение, кажущееся рельефным. Этот эффект создает контур вокруг деталей изображения. Чтобы получить такое изображевие, негатив и позитив с него печатают, несколько смещая их относительно друг друга. От величины контура зависит впечатление от рельефа. Печатание ведут оптическим копировальным аппаратом, позволяющим смещать изображения.

Процесс осуществляют одностадийным контратипированием, при котором сначала с негатива делают промежуточный позитив, а затем негатив печатают с этим позитивом на обращаемую контратипную кинопленку. При двухстадийном контратипировании с негатива изготовляют промежуточный позитив, с него — контратип. После чего контратип печатают с промежуточным позитивом на контратипную кинопленку. Этот контратип и монтируют с рабочим негативом фильма. Регулируя в промежуточном позитиве или в контратипе изображение по плотности, контрастности и цвету, можно создавать весьма различные изображения.

Двухцветное с черно-белых изображений. В некоторых случаях с черно-белых изображений изготовляют «цветное». Разумеется, это весьма условное цветное изображение. Техника изготовления таких изображений складывается из следующих операций.

Первоначально с черно-белого негатива делают маску на высококонтрастной позитивной кинопленке. Затем изготовляют позитив — контрмаску на той же кинопленке. Маску и контрмаску обрабатывают до контрастности 1,5 и с максимальной плотностью 2,0—2,5. Изображения должны иметь хорошую проработку деталей, прозрачность в светах и достаточную плотность для маскирования. Изготовив эти материалы, делают экспонограмму на цветной негативной кинопленке или дубльнегативной с применением маски и контрмаски для определения экспозиционного режима под выбранными светофильтрами.

Экспонограмму обрабатывают при нормальном негативном режиме. Выбрав условия экспонирования, приступают к изготовлению окончательного изображения.

Печатание экспонограмм и окончательного изображения ведут на копировальном аппарате — трюкмашине. В съемочный аппарат машины заряжают цветную негативную или контратипную кинопленку, а в проекционный аппарат — черно-белые маски, затем в соответствии с установленным режимом и выбранным светофильтром производят первую экспозицию, по окончании которой негативную — дубльнегативную кинопленку возвращают в исходное положение.

Маску в проекторе заменяют контрмаской и производят вторую экспозицию под другим светофильтром. После чего кинопленку подвергают фотографической обработке. Используя несколько разных светофильтров во время первой и второй экспозиций, можно создать весьма различные изображения.

В виду того что изображение маски (негативное) по отношению к цветной дубльнегативной кинопленке расположено глянцевой стороной, во время печатания возникает явление дифракции, образующее контур вокруг деталей, напоминающий эффект соляризации. Меняя контрастность контрмаски, можно получать дополнительный графический эффект в изображении.

Глава VII ПРОЦЕСС ФИЛЬМОКОПИРОВАНИЯ

Фильмокопией называется позитив, получаемый в процессе тиражирования фильма и предназначаемый для проката.

Фильмокопии состоят из рулонов (частей), имеющих стандартные начальный и конечный ракорды со специальными знаками или наклейками, по которым производится переключение кинопроекционных аппаратов для непрерывного демонстрирования фильма. Часто фильмокопии имеют увеличенные по длине рулоны, содержащие несколько частей или весь фильм.

Фильмокопии для демонстрации на языке, отличающемся от оригинала фильма, имеют фонограмму, дублированную на другой язык, или субтитры в кадре.

Фильмокопии изготовляют студийные цехи обработки кинопленки, специальные предприятия, обслуживающие несколько студий или киНокопировальные фабрики.

Важнейшее требование к фильмокопии — максимальное воспроизведение эталонного позитива фильма по изображению и звуку.

§ 40. Изображение в фильмокопии

Фильмокопии могут быть цветными или черно-белыми. Изготовляют фильмокопии с негатива, контратипа и обращенного позитива.

Тиражирование фильма — процесс чисто технический, проводимый по строгому технологическому режиму.

Малый тираж фильмокопий делают с первичных изображений: негатива или обращенного позитива — при тех же режимах печатания и фотографической обработки кинопленки, что и при изготовлении эталонных позитивов с первичных материалов.

Фильмокопии с негатива или обращенного позитива по фотографическому изображению лучше сделанных с контратипа, так как в .этом случае отсутствует промежуточный процесс — контратипирование,— понижающий резкость, увеличивающий зернистость, искажающий цветопередачу и т. д.

С негатива и с обращенного позитива можно изготовить ограниченное количество фильмокопий из-за износа первичных изображений. Поэтому негатив и обращенный позитив используют для фильмокопий, которые проецируются в первоэкранных кинотеатрах, при переводе изображения на больший формат, для изготовления фестивальных фильмокопий и т. д.

Негатив и обращенный позитив фильма представляют собой уникальный материал, имеющий много склеек, разные по плотности и цвету изображения, иногда с боковыми просечками между фрагментами, сложный экспозиционный паспорт и другие параметры, свойственные смонтированному изображению. Для печатания фильмокопий с этих первичных материалов необходим особый технологический процесс, исключающий механическое повреждение кинопленки.

Негатив или обращенный позитив, предназначенные для печатания фильмокопий, должны иметь склейки повышенной прочности и чистоты, увеличенные по длине защитные ракорды, неповрежденные края кинопленок и т. д.

Для печатания применяют копировальные аппараты небольшой производительности, имеющие иммерсионную приставку, пылеочистительные устройства, кассеты или магазины, исключающие холостую перемотку печатаемых кинопленок. Также повышенной надежности должны быть и другие узлы копировального аппарата, например механизм для переключения экспозиционного паспорта, фильмовый канал и др.

Массовый тираж фильмокопий печатают, как правило, с контратипа и обычно на копировальных фабриках.

Кинокопировальные фабрики имеют высокопроизводительные однотипные копировальные аппараты, проявочные машины, кинопроекционные установки и т. д. Технологические процессы на фабриках предусматривают стандартность операций и режимов; например, все копировальные аппараты одинаковы по условиям экспонирования во время печатания, поэтому лампы предварительно эталонируют и питают стабилизированным током; все проявочные машины, работающие по одному процессу, имеют объединенные системы растворов. Стандартизированы и условия контроля фильмокопий по освещенности экрана, спектральному составу света и другим показателям.

Разумеется, важнейшим фактором является стандартность позитивных кинопленок по фотографическим и физико-техническим свойствам.

Большие студийные цехи обработки кинопленки и кинокопировальные фабрики применяют автоматизированные системы контроля и управления организационно-технологическими, химико-фотографическими, копировальными и другими операциями. Системы используют вычислительную технику, позволяющую значительно повышать качество продукции и снижать себестоимость.

Полной автоматизации процесса тиражирования можно достигнуть в случае, когда все операции по производству фильмокопий осуществляют в одном агрегате. Такой агрегат состоит из копировального аппарата, проявочной машины, кинопроекционной установки и вычислительного устройства для оперативной обработки информации по управлению и контролю за всем процессом. При безостано-

вочном производстве фильмокопий звенья агрегата должны работат] строго синхронно и иметь специальные промежуточные магазины обеспечивающие непрерывное поступление кинопленок на соответствующие операции, например подавать к экспонирующему участку копировальпого аппарата позитивную кинопленку и негатив-контратип, скленный в кольцо.

Массовое тиражирование обычно ведут с контратипа, выправленного по плотности и цвету изображения. С такого контратипа печатают при одной экспозиции копировального аппарата, с балансным светофильтром, подобранным к позитивной кинопленке, на которой тиражируется фильм.

Экспозицию для печатания фильмокопий с контратипа определяют с помощью цветоанализатора, денситометра или по позитивным пробам, сделанным с первого или последнего фрагмента контратипа. С выбранной экспозицией и с балансным светофильтром печатают одну часть фильма, которую после фотографической обработки сравнивают с такой же частью эталонного позитива на параллельных экранах. Затем печатают целиком пробную фильмокопию с контратипа и после фотографической обработки сравнивают с эталонным позитивом. При соответствии пробной фильмокопии эталонному позитиву контратип поступает в производство.

Если контратип не выправлен по плотности или цвету, режим печатания устанавливают цветоанализатором или по установочному ролику, который должен быть смонтирован из срезок контратипа. В тех редких случаях, когда отдельные части контратипа неодинаковы, режим печатания определяют для каждой части.

Печатание фильмокопий предпочитают вести высокопроизводительными контактными копировальными аппаратами с непрерывным транспортированием кинопленок.

Фильмокопии печатают отдельными частями или соединяя по две-три части фильма. Затем передают в проявочное отделение для фотографической обработки. Обработку осуществляют немедленно, так как даже короткое хранение экспонированных кинопленок может быть причиной регрессии и нарушения баланса изображения. Контратип, используемый для печатания фильмокопий, периодически подвергают контролю и чистке. В случае обнаружения повреждений его реставрируют (§ IX) или заменяют новым. Одновременно проверяют экспозиционный паспорт, с которым печатали фильмокопии.

§ 41. Гидротипные фильмокопии

Гидротипный процесс, известный за рубежом под именем «Техниколор», основан на получении фильмокопии путем последовательного переноса красителей с трех рельефных изображений на один приемный слой кинопленки.

Технологические процессы по изготовлению гидротипных фильмокопий различны. Например, может быть таким (рис. VII. 1): с цветного негатива на многослойной кинопленке последовательно и раздельно через три зональных светофильтра (синий, зеленый и красный) печатают частичные изображения на три черно-белые кинопленки, каждая из которых чувствительна к определенной зоне спектра. Зональная чувствительность этих кинопленок близка к сенсибилизации слоев цветной многослойной позитивной кинопленки.

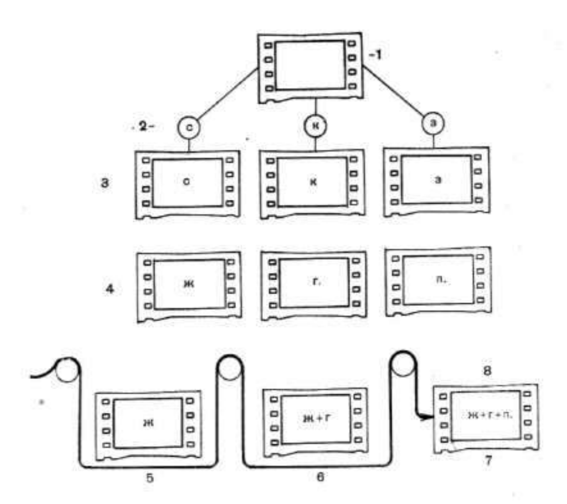


Рис. VII.i. Схема получения цветного позитива гидротипным способом: *1* — цветной негатив, *2* — зональные светофильтры (синий, красный и зеленый), *3* — матрицы с черно-белым изображением (синих, красных и зеленых деталей), *4* — окрашенные матрицы в желтый, голубой и пурпурный цвет, *5* — гидротипный перенос на приемный слой бланкфильма желтого изображения, б — гидротипный перенос на приемный слой бланкфильма голубого изображения, 7 — гидротипный перенос на приемный слой бланкфильма пурпурного изображения, *8* — цветной позитив

Экспонированные зональночувствительные кинопленки обрабатывают в дубящем проявителе, содержащем проявляющие вещества, продукты окисления которых обладают дубящим действием *а* дубят эмульсионный слой пропорционально восстановленным микрокристаллам галогенида серебра. В результате каждая из кинопленок будет содержать цветоделенные изображения из металлического серебра и задубленной желатины. Затем кинопленки промывают и обрабатывают в растворе, имеющем железосинеродистый калий, который окисляет серебро и делает его растворимым в фиксаже. После чего кинопленки поступают в баки машины с горячей водой, где незадубленная желатина вымывается. В результате на кинопленке остается рельефное зеркально-позитивное цветоделенное изображение из задубленной желатины, называемое матричным.

При формировании вымывных рельефов их градация определяется: глубиной проникновения в эмульсионный слой матричной кинопленки экспонирующего света при печатании изображения, распределением в слое микрокристаллов галогенида серебра, получив-

шего способность к проявлению, и способностью трансформации серебряного изображения в рельефное.

В матричных кинопленках вследствие зональной чувствительности и уровня светопоглощения при совмещении цветоделительной экспозиции с дополнительной равномерной засветкой, которую делают специально, возникает рельеф с возрастающим градиентом — мягкой градацией в светах и высоким контрастом в тенях изображения. Градацию изображения можно регулировать.

Для изготовления цветного гидротипного изображения матрицы окрашивают водорастворимыми красителями. Комплект этих красителей состоит из желтого, пурпурного и голубого, характеризуемых кривыми спектрального поглощения, коэффициентами поглощения в выбранных зонах и окрашивающей способностью. Матрицу, на которой напечатано изображение с негатива через с и н и й светофильтр, окрашивают ж е л т ы м красителем; матрицу, напечатанную через з е л е н ы й светофильтр, окрашивают п у р п у р н ы м красителем; матрицу с изображением, напечатанным через к р а с н ы й светофильтр, окрашивают г о л у б ы м красителем.

При погружении матричных кинопленок в раствор каждый из красителей диффундирует в соответствующий желатиновый рельеф, связывается желатиной, образуя в ней определенные комплексы. Крашение матриц ведут в слабокислых растворах красителей. Часто в целях улучшения цветовых характеристик растворы для окрашивания изображений составляют из нескольких красителей.

Окрашенные матрицы используют для гидротипного переноса изображений на специальную кинопленку, называемую б л а н к ф и л ь м о м. В качестве бланкфильма применяют кинопленку, имеющую приемный слой из желатины, обладающей значительно большей емкостью и прочностью закрепления красителя, чем матричные кинопленки. Для этого в приемный слой вводят специальные вещества — фиксаторы, способствующие закреплению красителей в слое. Этот слой светочувствителен, так как содержит галогениды серебра.

Г и д р о т и п н ы й п е р е н о с — приведение в контакт окрашенного рельефа матрицы с приемным слоем бланкфильма — осуществляется на сложных машинах (рис. VII. 2). Они имеют устройства, в которых бланкфильм подготовляется к переносу изображений, происходит окрашивание матриц, совмещение и контактирование матриц с бланкфильмом, разделение матриц и бланкфильма, очистка матриц и сушка бланкфильма.

Важнейшим устройством машины является к о н т а к т и р у ю щ е е колесо с цельнофрезерованными зубьями, которые обеспечивают точнее совмещение цветоделепных матриц с приемным слоем бланкфильма. Чем меньше ширина гидротипной фильмокопии, тем выше требования к контактирующему устройству хмашины.

Для гидротипного переноса цветоделенную матрицу одной или нескольких частей фильма заряжают в машину и склеивают в кольцо. Затем матрицу обрабатывают в окрашивающем растворе при режимах, обеспечивающих впитывание красителя желатиновым рельефом пропорционально высоте его участков. После окрашивания

ж е л т ы м красителем матрица поступает в контактирующее устройство машины, где происходит прижим матрицы к бланкфильму. В момент контакта краситель диффундирует из желатинового рельефа матрицы в приемный слой бланкфильма и создает в нем частичное изображение из желтого красителя.

Бланкфильм с частичным желтым изображением после соответствующей обработки поступает в другую гидротипную машину, где

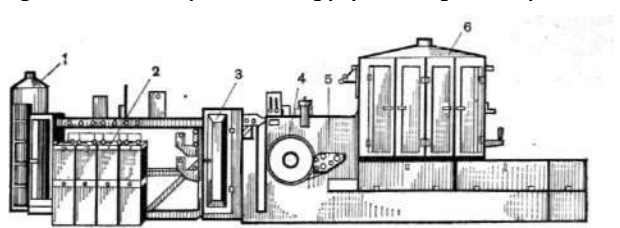


Рис. VII.2. Схема гидротипной машины: *1* — камера, в которой помещается кассета с матричной кинопленкой, *2* — баки с окрашивающими растворами, *3* — камера, из которой поступает бланкфильм, *4* — барабан совмещения изображений, 5 — камера переноса красителя с матрицы на бланкфильм, *6* — сушильный шкаф для матричной кинопленки

на этот бланкфильм переносят частичное изображение с пурпурным красителем, также диффундирующим из рельефа второй матрицы в приемный слой бланкфильма. Все последующие операции повторяют первый процесс переноса. То же происходит и с третьей матрицей, которая во время контактирования передает бланкфильму голубой краситель.

После трехкратного переноса в приемном слое бланкфильма образуется цветное позитивное изображение, состоящее из частичных красочных изображений.

Некоторые технологические процессы предусматривают другой порядок гидротипного переноса частичных изображений на бланкфильм.

При многократном использовании матрицы часть красителя, особенно в тенях рельефного изображения, настолько прочно закрепляется в желатиновом слое, что не переносится на бланкфильм. Поэтому матрицу после отдачи красителя бланкфильму подвергают очистке, удаляя из рельефа загрязнения и частицы красителя. Очищенная матрица заново окрашивается и вновь поступает на контактирующее устройство гидротипной машины.

Гидротипный перенос частичных изображений с матрицы на бланкфильмы может происходить до 100 раз, т. е. можно получить около 100 фильмокопий. Для массового тиражирования фильма используют несколько комплектов матриц. Непрерывность процесса обеспечивается подачей бланкфильма из магазина запаса или из кассет.

На бланкфильм до его обработки в гидротипной машине печатают фотографическую фонограмму синхронно с изображением.

После фотографической обработки приемный слой бланкфильма теряет светочувствительность и становится пригодным для гидротипного переноса красочных изображений.

В современных предприятиях вместо отдельных гидротипных машин для каждого переноса красочных изображений устанавливают поточную линию, предусматривающую непрерывное продвижение бланкфильма для выполнения всех операций, включая печатание и обработку фотографической фонограммы, иногда и контроль готовых фильмокопий.

Для получения доброкачественных гидротипных фильмокопий необходимо, чтобы все применяемые кинопленки не деформировались в процессе хранения, обработки и использования, чтобы копировальные аппараты, применяемые для печатания цветоделенных матриц, были высокоточными и имели устройства для иммерсионного печатания. Не менее важен подбор режимов для каждой операции по обработке матричных кинопленок и бланкфильма. Поэтому при гидротипном процессе широко применяют автоматизацию операций.

Гидротипный способ в условиях нашей страны, требующей больших тиражей фильма, имеет много преимуществ перед изготовлением фильмокопий на цветных позитивных кинопленках. Гидротипный способ, использующий более простые кинопленки, позволяет уменьшить производство обычных цветных кинопленок. Кроме того, гидротипные фильмокопии дешевле сделанных на цветных позитивных кинопленках, хорошо сохраняют цветное изображение и имеют насыщенные цвета. В гидротипных фильмокопиях фотографическая фонограмма по звучанию подобна фильмокопиям на черно белых кинопленках, так как она состоит из металлического серебра.

§ 42. Разноформатные фильмокопии

Наличие разноформатных кинотеатров и телевещания обязывает делать фильмокопии: широкоформатные, широкоэкранные, классические, малоформатные и мелкоформатные. Кроме того, существуют фильмокопии варископические, полиэкранные, стереоскопические и др;

Производство разноформатных фильмокопий связано с решением сложных технических, технологических и экономических задач. Эти задачи осложнены тем, что фильмокопии многих фильмов необходимо иметь в разных форматах, например, для демонстрации в широкоэкранных кинотеатрах и по телевидению.

Разноформатность фильмокопий осложняет работу оператора, так как затрудняет создание универсальной композиции для разных по формату кадров. Оператор вынужден выбирать такое построение кадра, которое было бы приемлемым для изображения, показываемого в фильмокопиях разного формата, так как разноформатные фильмокопии обычно изготовляют с одного и того же первичного изображения, которое может быть широкоэкранным, классическим и т. д.

При переводе изображения одного формата на другой, особенно при его оптическом увеличении во время печатания, важнейшим условием служит резкость изображения. Пониженная резкость может быть из-за недостаточно высокого качества объектива, использованного при съемке или при печатании, неточной установки объектива относительно плоскости кинопленки в съемочном или копировальном аппарате. Причиной нерезкости может служить также процесс контратипирования, если им пользуются при переводе форматов.

Производство разноформатных фильмокопий возможно по различным технологическим схемам.

Широкоформатные фильмокопии на 70-мм кинопленке при проекции на экран имеют кадр 22X48,5 мм с соотношением сторон 1 : 2,2 и площадью кадра 1070 мм^2. Эти фильмокопии можно изготовить с широкоформатного изображения.

Широкоформатный негатив позволяет получать отличное изображение по воспроизведению фактуры объектов съемки — кожи и волос человека, растительности металла и т. д. Он обеспечивает получение четкого изображения на очень больших экранах и способствует возникновению эффекта участия зрителя во время проекции фильма.

С широкоформатного негатива легко сделать доброкачественные фильмокопии различного формата. Для перевода на другие форматы с выбором по полю кадра его сюжетно важной части пользуются специальным просмотровым столом. На этом столе проекция осуществляется механизмом оптической компенсации с многогранной призмой. Скорость может меняться плавно в пределах от нуля до 24 кадр/с при прямом и обратном протягивании кинопленки. Для определения выкопируемого участка пользуются рамкой с размерами, пропорциональными размерам изготовляемой фильмокопии. Рамка может перемещаться в направлении ширины кадра перед экраном. Перемещение ее фиксируется отсчетным устройством, показания которого вместе с показаниями счетчика кадров, имеющихся в части и во фрагменте, заносятся в составляемую программу, используемую во время печатания изображения на копировальном аппарате.

По экономическим и техническим причинам съемка широкоформатных фильмов практикуется редко. В большинстве случаев широкоформатные фильмокопии делают с изображений, снятых на 35-мм кинопленке. Эти изображения могут быть нормальными или анаморфированными. Предпочтение отдают нормальному изображению на негативной кинопленке с максимальным использованием ее площади, т. е. снятому на универсальный (расширенный) кадр (рис. VII. 3). Такой негатив по сравнению с анаморфированным имеет больший запас изобразительной прочности, так как снят сферическим объективом и не требует дезанаморфирования при переводе на 70-мм кинопленку.

Перевод изображения осуществляют оптическими копировальными аппаратами с иммерсионными устройствами, а в случае исполь-

зования анаморфированного первичного изображения — и с дезанаморфирующей оптической системой.

Разумеется, что напечатанное с увеличением изображение, тем более анаморфированное, всегда будет ниже по качеству, чем сделанное в собственном масштабе, т. е. с широкоформатного негатива, имеющего площадь, в три раза большую, чем на 35-мм кинопленке.

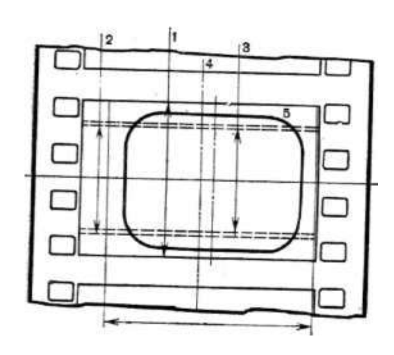


Рис. VII.3. Универсальный кадр и его форматы: *1* — изображение в негативе (25x16), *2* — изображение для широкоформатного кадра (25X11,5), *3* — изображение для широкоэкранного кадра (25X X10,63), *4* — изображение для классического кадра (22X16), *5* — сюжетно важная часть изображения для "телевизионного кадра (18,11X13,58)

В увеличенном изображении будут хуже воспроизведены мелкие детали, усилится зернистость, снизится резкость, заметнее станут царапины, точки и другие дефекты.

В целях получения наилучшего качества изображения при переводе с 35-мм кинопленки на 70-мм широкоформатные фильмокопии целесообразно печатать непосредственно с негатива. Такой процесс возможен потому, что потребность в широкоформатных фильмокопиях невелика из-за малого количества кинотеатров для демонстрации таких фильмов.

Если широкоформатные фильмокопии изготовляют с контратипа, то качество его должно быть очень высоким по всем характеристикам.

Ш и р о к о э к р а н н ы е фильмокопии на 35-мм кинопленке бывают с анаморфированным и с кашетированным изображением.

Фильмокопии с анаморфированным изображением при проекции яа экран имеют кадр 18,2Х21,3 мм, соотношение сторон 1:2,35 и площадь 388 мм^2. Анаморфированное изображение на кинопленке получают при съемке или во время печатания.

К процессу изготовления фильмокопии с анаморфированного при съемке изображения предъявляются очень высокие требования, так как в анаморфированном изображении понижены резкость и воспроизводимость мелких деталей, повышена зернистость, заметнее царапины, точки и другие дефекты вследствие увеличения кадра по горизонтали во время кинопроекции. Печатание фильмокопии с анаморфированного негатива должно происходить в условиях, обеспечивающих полный контакт кинопленок й сохранность поверхностей негатива. Требования еще больше повышаются, когда тиражирование фильмокопии осуществляется с участием процесса контратипирования. Этот процесс следует вести высококачественным копировальным аппаратом с иммерсионным устройством, используя мелкозернистые контратипные кинопленки, применяя профилактическую обработку всех исходных и промежуточных материалов.

В большинстве случаев перевод нормального изображения на анаморфированное осуществляют в процессе контратипирования,

чтобы массовое тиражирование фильмокопий можно было вести обычными копировальными аппаратами.

Способ получения анаморфированного изображения путем его печатания с нормального негатива по сравнению со съемочным способом имеет ряд преимуществ. Процесс съемки облегчен тем, что ведется обычными объективами, более удобными для работы и не требующими дополнительного диафрагмирования. Анаморфирование изображения ведется на мелкозернистых контратипных кинопленках, способных лучше воспроизвести мелкие детали, чем высокочувствительные негативные кинопленки, используемые при съемке. Если же контратипирование ведется на обращаемой контратипной кинопленке, выигрыш в качестве будет еще большим. При контратипировании печатание можно вести копировальными аппаратами, имеющими весьма точную анаморфотную оптическую систему, лучшую, чем в съемочном аппарате, и иммерсионные устройства, которые создают благоприятные условия для получения анаморфированного изображения.

Широкоэкранные фильмокопии с кашетированным кадром при проекции на экран имеют кадр 21Х12 мм, соотношение сторон 1 : 1,85 и площадь 238 мм^2. Эти фильмокопии можно изготовлять с негатива, снятого по способу скрытого кашетирования, при котором экспонируется вся площадь классического кадра, но его композиционное построение делается так, чтобы при проекции с каше не срезались сюжетно важные детали изображения. Или с негатива, снятого по способу открытого кашетирования, предусматривающего установку каше в съемочном аппарате, в результате чего изображение оказывается срезанным сверху и снизу кадра.

Предпочтение отдается негативу, сделанному со скрытым кашетированием, так как кадр, полученный по этому способу, обеспечивает широкоэкранное изображение на киноэкране и нормальное на экране телевизора.

Основные недостатки широкоэкранных кашетированных фильмокопий следующие: потеря полезной площади кинопленки — до 65% при проекции на экран, пониженная резкость и повышенная зернистость изображения из-за большого увеличения при проекции на широкий экран, сильная заметность царапин, точек и других дефектов, а также неустойчивость кадра в результате большого линейного увеличения.

Если фильмокопия сделана с открытым кашетированием, при котором кадр срезается сверху и снизу во время съемки или печатав ния, то изображение на экране телевизора будет иметь две черные полоски, обрамляющие кадр, или будут срезаны детали изображения по бокам кадра. Эти дефекты, конечно, портят впечатление о фильме.

Фильмокопии на 35-мм кинопленке при проекции на экран имеют кадр 15,2Х20,7 мм, соотношение сторон 1 : 1,35 и площадь 314,6 мм^2.

Эти фильмокопии удобны для показа по телевидению (так как размеры кадра близки к формату экрана телевизора) и для проекции на киноэкран.

Фильмокопии с классическим форматом кадра можно печатать с негатива и с контратипа, имеющего кадр 16Х21,9, соотношение сторон 1: 1,37, а также с широкоформатных, широкоэкранных и малоформатных изображений путем перевода их на классический формат.

Контактное печатание фильмокопий может производиться аппаратами с любым видом транспортирования кинопленок.

М а л о ф о р м а т н ы е фильмокопии на 16-мм кинопленке при проекции на экран имеют кадр 7,0Х9,45 мм, соотношение сторон 1 : 1,34 и площадь 66,6 мм^2. Эти фильмокопии находят широкое применение в учебной, научно-популярной, хроникально-документальной кинематографии и особенно на телевидении.

Малоформатные фильмокопии изготовляют с различных первичных изображений: с негатива на 16-мм кинопленке с кадром 7,45Х Х10,05 мм и с кадром 7,45Х12,3 мм (Супер-16); с обращенного позитива тех же форматов кадра; с негатива па 35-мм кинопленке; с контратипа всех вышеприведенных первичных изображений.

Изображение с 35-мм кинопленки печатают и на 32-мм кинопленку. В этом случае пользуются оптическим копировальным аппаратом (см. рис. IV. 3), позволяющим получать одновременно два изображения, как бы расположенные на 16-мм кинопленке. 32-мм кинопленку после фотографической обработки разрезают на две малоформатные фильмокопии. Как правило, совмещенные фильмокопии печатают с контратипа, имеющего два малоформатных изображения.

Малоформатные фильмокопии редко делают с анаморфированным изображением, вследствие того что они не обеспечивают полноценного показа на широком экране и непригодны для телевидения.

М е л к о ф о р м а т н ы е фильмокопии на 8-мм кинопленке при проекции на экран имеют кадр 3,25Х4,4 мм, соотношение сторон 1 : 1,35 и площадь 14,3 мм^2 или кадр 4,01Х5,36 мм, соотношение сторон 1 : 1,33 и площадь 21,5 мм^2 (Супер-8).

В связи с малой площадью кадра и большим увеличением изображения при проекции требования к резкости, зернистости и воспроизведению мелких деталей очень высоки. Эти характеристики зависят от первичного- изображения, с которого делают мелкоформатные фильмокопии от копировального аппарата, применяемого для печатания изображения, и от технологического процесса, используемого при тиражировании.

Первичным изображением может служить негатив на 16- и 35-мм кинопленках и обращенный позитив на 16-мм кинопленке. Очевидно, чем больше полезная площадь первичного изображения, лучше его строение, тем рациональнее применение. Поэтому при выборе первичного изображения предпочтение отдают негативам на 35-мм кинопленках и позитивам на 16-мм обращаемых кинопленках.

Изготовление мелкоформатных фильмокопий ведется с помощью контактных копировальных аппаратов и аппаратов с оптическим печатанием изображения.

Фотографическая обработка мелкоформатных фильмокопий ведется по нормальному технологическому процессу. Однако должно быть повышено внимание к состоянию оборудования, чистоте растворов, воздуха и т. д. Загрязнения, повреждения и прочие дефекты ухудшают изображение на 8-мм кинопленках в гораздо большей степени, чем на всех прочих форматах фильмокопий.

К а т т р а к ц и о н н ы м фильмокопиям относятся: вариоскопические, поликадровые, панорамные, кругопанорамные, стереоскопические и др. Они весьма различны по размеру кинопленки, формату кадра и экрана.

В а р и о с к о п и ч е с к и е фильмокопии имеют кадр, размеры и форма которого изменяются в зависимости от сюжета. Фильмокопии делают на 70- и 35-мм кинопленках с разным количеством перфораций на один кадр. Изготовляют вариоскопические фильмокопии по разным технологическим процессам, например с негатива — основного и масочного — двумя этапами экспонирования, во время которых совмещают изображение и маску, определяющую размер и форму кадра.

П о л и к а д р о в ы е фильмокопии имеют кадр, в пределах поля которого есть несколько отдельных изображений одного или разных объектов съемки, тематически связанных. Как правило, такие фильмокопии делают на 70-мм кинопленке с кадром в пять перфораций. Печатание ведут с негатива, созданного комбинированной съемкой, экспонированием на специальном оптическом копировальном аппарате (трюкмашине) и другими способами.

П а н о р а м н ы е фильмокопии в большинстве состоят из изображений, размещенных на нескольких кинопленках, 16- или 35-мм, одновременно проецируемых на экран. Для печатания фильмокопии применяют копировальный аппарат с прерывистым передвижением кинопленок, имеющий грейфер и контргрейфер, чтобы неустойчивость кадра в печатающем окне не превышала 10 мк.

К р у г о п а н о р а м н ы е фильмокопии рассчитаны на проекцию изображения с круговым обзором, часто в два яруса. Фильмы делают на 16- и 35-мм кинопленках, количество которых зависит от принятой системы. Отечественная система кругопанорамных фильмов предусматривает 11 изображений, проецируемых с такого же количества кинопленок. В фильмах применяют классический формат кадра. Если изображения проецируют в два яруса, соответственно увеличивается и количество кинопленок. Все фильмокопии должны быть сделаны так, чтобы при строго синхронном проецировании они создавали единое впечатление. Стыки между соседними изображениями и параллаксные явления у краев кадров маскируются узкими черными полосками, расположенными между экранами. Технология изготовления фильмокопий аналогична применяемой для панорамных фильмокопий.

К у п о л о п а н о р а м н ы е фильмокопии предназначены для проекции на куполообразный экран. Фильмокопии с негативов, снятых на 70-мм кинопленке с кадром, имеющим десять перфораций, изготовляют по технологии, принятой для панорамных фильмов.

С т е р е о с к о п и ч е с к и е фильмокопии позволяют видеть объект съемки в трех измерениях — в ширину, высоту и глубину. Для этого на экране должно быть два изображения одного и того же объекта,

снятого двумя объективами с некоторым параллаксом. При раздельном рассматривании изображений правым и левым глазом они сливаются в одно и создают иллюзию объемности.

Раздельное рассматривание изображений обеспечивается с помощью очков, которыми пользуются зрители при проекции изображений на специальный экран. Существует много стереоскопических систем. Стереоскопические фильмы бывают на разных по ширине кинопленках, на двух отдельных или на одной кинопленке, с классическим или кашетированным кадром, расположенными рядом или друг над другом, и т. д. Наиболее распространенной системой является поляроидная.

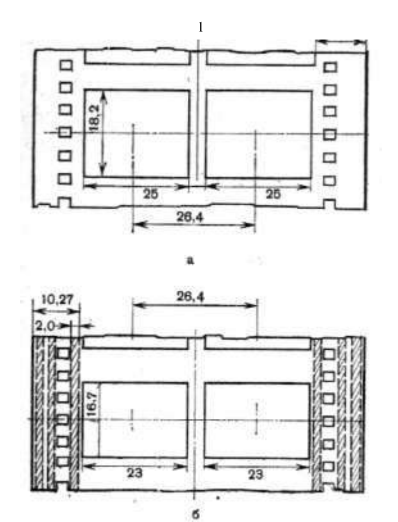


Рис. VII.4. Стереоскопическое изображение (стереопара): *а* — негатив, б — позитив

Отечественные стереоскопические фильмы снимают на 70-мм цветную негативную кинопленку парными объективами, создающими стереопару (рис. VII. 4). Позитивное изображение кажется объемным, если зритель через поляризационные очки рассматривает стереопару, проецируемую на экран двумя объективами, экранированными поляризационными светофильтрами.

Съемку и прочие операции при изготовлении стереоскопического изображения выполняют с большой точностью по оптическим и фотографическим характеристикам: например, повышенные требования предъявляются к фокусным расстояниям парных объективов в съемочном и кинопроекционном аппаратах, к устойчивости кадра на экране и т. д. Для печатания фильмокопий применяют копировальные аппараты, обеспечивающие одинаковую плотность изображений в стереопаре. Фотографическая обработка кинопленок ведется при стандартном технологическом процессе.

§ 43. Фильмокопии для телевидения

Фильмокопии для телевидения могут быть сделаны по негативно-позитивному и обращаемому процессам, черно-белым или цветным и на 35-, 16- и 8-мм кинопленках.

По экономическим и технологическим соображениям наиболее распространены процессы на 16-мм кинопленках.

Телевизионные системы пока не способны передавать весь диапазон оптических плотностей, который может иметь кинопленка. Поэтому фильмокопия для телевидения должна отвечать определенным техническим требованиям, обусловленным спецификой электронной передачи изображения и условиями рассматривания.

Телетракт наносит значительный ущерб проецируемому изображению; теряются мелкие детали, изменяется контрастность и т. д. Вследствие этого в изображении для передачи по телевидению предъявляют повышенные требования к четкости деталей. Она зависит от многих факторов: кинопленки, съемочного аппарата, объектива и процесса, по которому получено изображение. Особенно велико влияние на четкость изображения разрешающей способности и зернистости киноплепки, режима ее фотографической обработки и др. операций.

Наилучшее качество изображения получают на обращаемых кинопленках, т. е. по одноступенному процессу. Несколько ниже по качеству позитивы, полученные по двухступенному процессу, так как в этом процессе участвуют две кинопленки и копировальный аппарат. Еще больше снижается качество изображения, если в процессе создания фильмокопии пользуются контратипированием.

Плотности общая, минимальная и максимальная, а также контрастность позитивного изображения не должны превышать возможности телевизионной системы, которые всегда меньше, чем допустимые для обычной кинопроекции.

Для позитивов, проецируемых по телевидению, отношение максимальной и минимальной плотностей в изображении должно быть 1,6±0,1. Чтобы достичь этого показателя, многие фирмы изготовляют специальные позитивные и обращаемые кинопленки с пониженной контрастностью: цветные позитивные с *у* — 2,2—2,4, цветные обращаемые с Y~1,0—1,2.

У позитивов нормируют и плотность деталей: белые детали объекта должны иметь плотность 0,3—0,4; самые темные детали, еще различимые на экране,— не выше 2,0. Плотность изображения лица — в пределах 0,5—1,0.

Следовательно, позитивы, сделанные для обычной кинопроекции, имеющие контрастность выше 2,5 и соответственно иные плотности в изображении, непригодны для показа по телевидению.

§ 44. Бессеребряные фильмокопии

Дефицит и высокая стоимость серебра явились основанием для ведения интенсивных работ по созданию бессеребряных светочувствительных материалов.

Известно много процессов, позволяющих получать изображение на бессеребряных материалах. Практическое значение при изготовлении фильмокопий имеют везикулярные кинопленки.

Везикулярный, т. е. пузырьковый, процесс, часто называемый «Кальвар», основан не на поглощении света, как в обычном фотографическом процессе, а на его рассеянии.

Кинопленки для везикулярного процесса имеют светочувствительный слой, в котором равномерно распределено вещество типа диазосоединений, чувствительное к ультрафиолетовому излучению. Во время печатания изображения под действием ультрафиолетовых пучей светочувствительное вещество разлагается с выделением газа. Под давлением газ в светочувствительном слое образует скры-

тое изображение — микроскопические скопления сжатого газа. Чтобы сделать изображение видимым, светочувствительный слой нагревают горячими валиками или другим способом. При нагревании давление газа увеличивается до такой степени, что в размягченном слое возникают микроскопические пузырьки. Их диаметр — от 0,5 до 2 мк. Пузырьки, рассеивая свет, образуют видимое изображение.

Проявленное изображение закрепляют путем общей засветки кинопленки. Засветка должна быть во много раз большей чем при создании изображения. Во время засветки происходит полное разложение оставшегося в слое светочувствительного вещества, которое в виде газа удаляется из кинопленки. Правильно экспонированное, проявленное и закрепленное везикулярное изображение при проекции на экран почти не отличается от обычного черно-белого серебряного изображения.

§ 45. Субтитрированные фильмокопии

Субтитры — краткие пояснительные надписи, впечатываемые непосредственно в изображение.

Субтитрирование — процесс дополнительной обработки фильмокопии или промежуточного изображения, с которого печатается фильмокопия.

Существует много способов субтитрирования; практическое применение нашли следующие: механический, физико-химический и оптический.

Механическое субтитрирование основано на выдавливании в фотографическом слое фильмокопии надписи с помощью клише. Фотографический слой предварительно размягчают, а клише — подогревают. В результате изображение оказывается продавленным до подложки.

Осуществляют механическое субтитрирование на специальной машине, в которой фильмокопия сначала увлажняется, затем на нее печатаются титры металлическим клише, после чего фильмокопия высушивается. Каждое звено в этом процессе строго регламентировано по времени, температуре и другим параметрам.

Физико-химическое субтитрирование заключается в том, что надпись вытравливают в фотографическом слое фильмокопии. По этому способу изображение предварительно покрывают защитным слоем. Затем нагретым металлическим клише выдавливают надпись в защитном слое до фотографического слоя. После чего кинопленку обрабатывают специальным раствором, вытравляющим надпись в эмульсии. Заканчивается процесс снятием защитного покрытия с кинопленки ее промывкой и сушкой. Все операции производятся в субтитровой машине.

Механическое и физико-химическое субтитрирование предусматривает индивидуальную обработку каждой фильмокопии, что экономически и технологически нерационально, особенно при тиражировании в большом количестве. Чтобы эти процессы сделать экономически и технологически оправданными, субтитры делают в промежуточном позитиве или контратипе, с которых ведут тиражирование фильма. Такой способ не всегда возможен, вследствие того что одни и те же промежуточные материалы часто используют для тиражирования на разные языки.

Оптическое субтитрирование ведется с помощью копировального аппарата, имеющего устройство для впечатывания надписи в изображение.

Надписи — черные буквы на прозрачном фоне, снятые на кинопленку, проецируются в экспозиционное окно копировального аппарата и экспонируются одновременно с изображением. Продолжительность впечатывания каждой надписи в кадр регулируется паспортом. С помощью этого же паспорта на период печатания изображения, не имеющего надписи, на пути светового пучка лампы устанавливают прозрачный кадр. Эти надписи впечатывают в промежуточный позитив или контратип. После фотографической обработки промежуточного позитива или контратипа с них ведут тиражирование субтитрированных фильмокопий.

При любом виде субтитрирования наиболее трудоемкой операцией является набор и печатание надписей на бумажные планшеты, с которых затем делают матрицы.

Субтитрированию подвергают разные фильмокопии, в зависимости от формата кадра устанавливают и размеры надписей, например, 35-мм фильмокопия с классическим форматом кадра может иметь следующие субтитры:

а) длина фрагмента, в кадры которого впечатывается надпись, должна быть не менее 0,5 м, при условии что эта надпись не превышает 5—6 знаков;

б) в тексте субтитра, расположенного на фрагменте длиной 1 м, надпись должна быть не более одной строки, т. е. не более 25 знаков для латинского и не более 22 знаков для русского шрифта;

в) количество строк ограничивается двумя, в редких случаях — тремя с соответствующим количеством знаков в каждой из строк; расстояние между строками должно быть не менее 0,7 мм;

г) края строк надписи должны быть расположены на расстоянии 3,55 мм от краев кадра каждый;

д) длина строки субтитра не должна быть более 15 мм, нижняя строка должна быть расположена от края на расстоянии не менее 0,9 мм, строки субтитра должны быть параллельны кадровой рамке без перекоса.

§ 46. Видеодиск

К тиражированию фильмов условно можно отнести и перевод их на видеодиски.

Видеодиск — тонкая эластичная и упругая пластинка из поливинилхлоридной, полиуретановой и прочих подобных пленок с записью изображения и звука.

Запись и воспроизведение могут быть осуществлены механическим, магнитным, оптическим и другими способами.

Видеодиск с механической записью изображения и звука имеет спиральные канавки, форма которых обусловлена записываемыми сигналами.

Процесс изготовления видеодиска идет по схеме (рис. VII. 5): сигналы изображения и звука, поступающие из телекинопроектора, от кинопроектора или от видеомагнитофона, через частотный модулятор передаются на рекордер, который нарезает канавки на специальном диске. Частотный модулятор обеспечивает запись разных частот одинаковыми амплитудами, с канавками, расположенными вплотную друг к другу. В зависимости от яркости видеосигнала меняется длина волны записи, т. е. расстояние между впадинами и возвышениями в канавке, расположенными на постоянном уровне. Звуковой сигнал, имеющий более узкую полосу частот, записывается в одной канавке с изображением. Один оборот видеодиска соответствует телевизионному кадру. С этого диска гальваническим способом изготовляют металлическую копию, с которой делают матрицы. Затем матрицей штампуют видеодиски из рулона пленки.

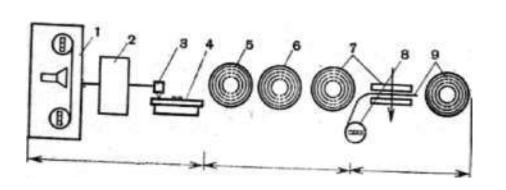


Рис. VII.5. Схема механической записи изображения на видеодиск: *1* — телекинопроектор, *2* — частотный модулятор, *3* — рекордер, *4* — лаковый диск, *5* — первый оригинал, *6* — второй оригинал, *7* — матрица, * — поливинилхлоридная пленка в рулоне, *9* — видеодиск

Видеодиск может иметь запись черно-белого или цветного изображения. Как правило, эти изображения совмещены на одном диске путем добавления к основному черно-белому сигналу, несущему информацию о яркости деталей изображения, сигналов и о цвете деталей.

Видеодиск с магнитной записью отличается от записи на магнитной ленте только материалом подложки и формой. В качестве подложки используют алюминиевый сплав. Поверхность диска покрыта обычным магнитным лаком или слоем из никель-кобальтового сплава. Запись каждой круговой дорожки на магнитном носителе соответствует одному кадру изображения.

Запись и воспроизведение осуществляют одним и тем же аппаратом с универсальной магнитной головкой.

Видеодиском широко пользуются в случаях, когда необходимо показать замедленное движение объекта, например во время спортивных игр. Замедленное воспроизведение производится многократным повторением сигналов дорожки путем перемещения магнитной головки.

Есть видеодиски с двусторонним носителем. Тогда запись и воспроизведение ведут двумя универсальными магнитными головками, работающими поочередно.

Видеодиск с оптической записью представляет собой поливинилхлоридную пленку со спиральными дорожками записи, имеющими канавки с микроскопическими углублениями. Запись осуществляют так (рис. VII. 6): сигналы изображения и звука, поступающие из телекинопроектора или видеомагнитофона, преобразуются и поступают к модулятору света — лазеру, луч которого выжигает на металлизированной поверхности стеклянного диска канавки с микроскопическими углублениями. После записи на диск наносится тонкий слой из специального светочувствительного материала, который после засвечивания ультрафиолетовым светом и обработки в растворителе остается в канавках и делает их рельефными. С этого рельефа электролитическим способом изготовляют никелевую матрицу видеодиска. Затем матрицей при термическом процессе штампуют видеодиски из рулона пленки.

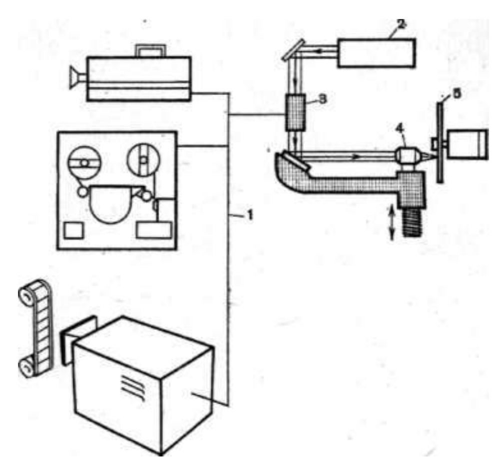


Рис. VII.6. Схема оптической записи изображения на видеодиск: *1* — датчики изображения (телекамера, видеомагнитофон, телекинопроектор), *2* — лазер, *3* — модулятор, *4* — объектив, 5 — видеодиск

Воспроизведение записи осуществляют видеопроигрывателем с лазером. Световое пятно лазера просвечивает или отражает запись на видеодиске и через сложное электронное устройство создает цветовые и звуковые сигналы на антенном входе телевизора. Видеодиск, работающий по принципу отражения светового пятна, дополнительно металлизируют, что повышает его оптические свойства.

Помимо рассмотренных видеодисков существуют и другие виды записи, также многочисленны и способы изготовления видеодисков. Отсутствие международного стандарта на видеодиски ограничивает их распространение.

§ 47. Контроль фильмокопий

Обработанные рулоны позитивной кинопленки контролируют целиком или выборочно по сенситометрическим показателям и по изображению на экране.

Таблица 35

Дефекты фильмокопий

№ п/п	Вид дефекта	Вероятные причины возникновения дефекта
202	Допечатка не совпадает с основным изображением	Ошибка при отборе в контратипе участка для допечатки
203	Кадры изображения не в рамке	Неправильно склеен контратип, с которого печаталась фильмокопия
204	Крупнозернистое изображение	Изображение многократно контратипировалось
205	Метраж фильма не соответствует указанному в монтажном листе	а) Ошибка при определении метража, б) отсутствует часть изображения
206	Некомплектность фильмокопии	Неправильно проведена комплектация
207	Несовпадение цветоделенных изображений	Недоброкачественное изготовление гидротипной фильмокопии
208	Несовпадение частей в фильмокопии по плотности или цвету	Плохая комплектация фильмокопии
209	Несоответствие фильмокопии контрольному позитиву	Допущены ошибки в какой-либо операции при изготовлении фильмокопии
210	Пятна и полосы	Проявочная машина неисправна
211	Разной плотности или разноцветное изображение в гидротипной фильмокопии	Неравномерный перенос красителей с матриц на бланкфильм
212	След вязкого проявителя на изображении	Проявочная машина неисправна
213	Следы охлестанных концов рулона	а) Охлестанные концы у смонтированного негатива, б) охлестанные концы у промежуточного позитива или контратипа
214	Стартовка заходит на изображение	Недоброкачественная стартовка в смонтированном негативе
215	Стартовка с пропусками	Неправильная стартовка смонтированного негатива
216	Субтитр, не обеспечивающий прочтение	Короткий или плохо напечатанный субтитр
217	Субтитры не синхронны с изображением	Содержание субтитра не совпадает с изображением во фрагменте
218	Субтитры перевернутые	Неправильная зарядка фильмокопии в субтитровальную машину
219	Ферромагнитная дорожка со звукозаписью отслаивается от подложки	Недоброкачественный ферромагнитный лак или неисправная поливная машина
220	Фрагменты в фильмокопии не выравнены по плотности или не скорректированы по цвету	а) Недоброкачественный экспозиционный паспорт для печати изображения со смонтированного негатива, б) сбой экспозиционного паспорта во время печатания со смонтированного негатива, в) невыравненный промежуточный позитив или контратип

Часто фильмокопии при контроле проецируют с увеличенной скоростью, например с частотой 32—48 кадр/с. Иногда контролер просматривает фильмокопии одновременно с нескольких кинопроекторов. Применяют и другие методы контроля готовой продукции.

Завершается производство фильмокопий *комплектацией*, т. е. подбором частей фильма.

В правильно скомплектованной фильмокопии зритель не ощущает при просмотре переходов от одной части к другой по изменению цветового оттенка или по оптической плотности изображения.

Если копировальная фабрика использует кинопленки нескольких фирм, выпускающих разные по фотографическим свойствам материалы, на которых получаются неодинаковые изображения, фильмокопии комплектуют по плотности и по цветовому тону изображения. Однако и в этом случае комплектация должна обеспечить выпуск фильмокопий, близких к контрольному позитиву фильма.

Визуальный подбор частей фильма, близких по оптической плотности и по цвету изображения к контрольному позитиву, трудоемок, утомителен и не всегда дает положительные результаты. Поэтому сделано много попыток разработать объективные методы контроля фильмокопий. Эти методы основаны на создании аппаратуры, способной быстро оценивать плотность и цвет изображения в фильмокопии.

Вероятно, объективный контроль изображения при комплектации фильмокопий станет возможным, когда их производство будет осуществляться автоматизированными системами управления технологического процесса (АСУТП). В этом случае ЭВМ поможет не только полноценно комплектовать фильмокопии, но и повысить производительность и улучшить условия труда.

Дефекты, которые могут быть обнаружены при контроле фильмокопий, приведены в табл. 35, а также в табл. И и 20.

Глава VIII ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

Демонстрацией кинофильма, или кинопоказом, в общем случае называют воспроизведение изображения и звука, записанных в кинофильме.

Комплект аппаратуры и оборудования, необходимый для кинопоказа, составляет киноустановку.

§ 48. Киноустановка

Основными элементами киноустановки являются: кинопроектор, усилитель, громкоговорители, киноэкран и другие вспомогательные устройства, в том числе устройства электропитания.

Кинопроектор включает в себя две функционально различные части: проекционную и звуковую.

Проекционная часть предназначена для проецирования на экран увеличенного изображения отдельных кадров фильма, звуковая — для воспроизведения (вместе с усилителем и громкоговорителем) фонограммы.

Проецирование изображения при наиболее распространенном кадровом способе получения кинофильмов возможно как при их прерывистом, так и при непрерывном (равномерном) продвижении. В кинопроекторах, применяемых повсеместно, на экран проецируются отдельные кадры фильма, прерывисто (скачкообразно) движущегося перед объективом, аналогично тому, как движется пленка в киносъемочном аппарате при получении изображения объектов съемки в виде отдельных кадров.

Воспроизведение фонограммы кинофильма (как и звукозапись) возможно только при его равномерном движении перед «читающим» элементом — световым штрихом или магнитной головкой.

Таким образом, в проекционной части кинопроектора должно обеспечиваться прерывистое продвижение кинофильма, а в звуковой — непрерывное движение с высокой степенью равномерности скорости.

Лентопротяжный тракт кинопроектора схематически показан на рис. VIII. 1. Основными элементами тракта являются: звубчатые барабаны, прижимные и направляющие ролики, фильмовый канал с кадровым окном, гладкий звуковой барабан.

Зубчатые барабаны являются частью лентопротяжного механизма. Барабаны *1, 3, 4 и 5* вращаются с равномерной скоростью; их назначение — тянуть (подавать) и задерживать кинопленку. Барабан *2* называется скачковым; он вращается скачкообразно для обеспечения последовательного протягивания перед кадровым окном кадров фильма.

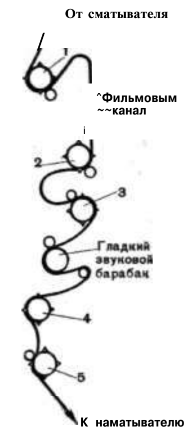


Рис. VIII.1. Схема лентопротяжного тракта кинопроектора

Прерывистое вращение скачкового барабана достигается с помощью так называемого мальтийского механизма с четырехлопастным мальтийским крестом, получившего наибольшее распространение.

Прерывистое движение фильма в передвижных узкопленочных кинопроекторах (для 16-, 8- и 8С*-мм кинофильмов) осуществляется с помощью грейферных механизмов, подобных применяемым в киносъемочных аппаратах.

Механизм прерывистого движения фильма работает согласованно с обтюратором, необходимым для перекрытия света в моменты смены кадра. Происходящее при этом периодическое освещение и затемнение экрана (так называемая обтюрация света) с частотой, равной для звукового кино 24 мельканиям в секунду, вызывает быстрое и сильное утомление зрительного аппарата человека и нарушение нормального восприятия киноизображения. Мелькания света при данной яркости экрана менее заметны, если частота их больше. Критическая частота мельканий — частота, при которой они незаметны,— для практически имеющих место значений яркости киноэкрана и углов его наблюдения зрителями варьирует от 45 до 66 мельканий в секунду.

С целью приведения частоты мельканий к ее критическому значению в кинопроекторах применяются двухлопастные обтюраторы, одна из лопастей которых — «холостая» — перекрывает свет при неподвижном положении фильма, т. е. при проецировании очередного кадра, обеспечивая удвоение частоты мельканий (48 раз в секунду) и практически их полную незаметность.

Фильмовый канал предназначается для строгой фиксации кинофильма относительно кадрового окна, ограничивающего размеры проецируемой части изображения кадра и определяющего геометрическую форму киноизображения на экране. Следует иметь в виду, что на границах кадра возможны дефекты (механические и фотографические) изображения, поэтому высота и ширина проецируемой части изображения, как правило, на 2,5—7% меньше высоты и ширины кадра **.

* 8С — система Супер-8.

** Строго говоря, размеры кадрового окна не всегда равны размерам той части изображения, которая должна проецироваться.

» Осветительно-проекционная система, входящая в проекционную часть кинопроектора, состоит из проекционного объектива (а также анаморфотной насадки на объектив), источника света и оптических элементов: конденсора, отражателя и др.

Оптическая схема и принцип работы кинопроекционных объективов практически не отличаются от схемы и работы съемочных объективов.

Кинопроекционные объективы характеризуются фокусным расстоянием, относительным отверстием, углом поля зрения, разрешающей силой в центре и на краях поля изображения, цветностью, падением освещенности к краю, а также рядом конструктивных размеров.

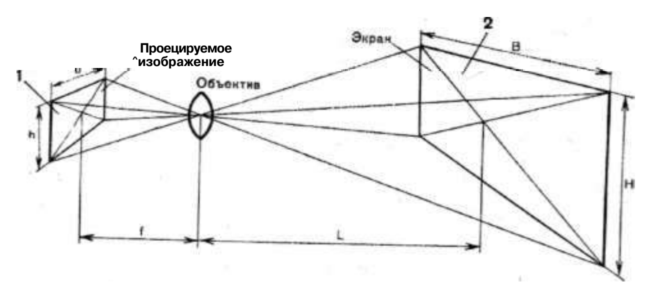


Рис. VIII.2. Схема увеличения изображения кадра: *1* — кинокадр, *21*— изображение на экране, *Ь* и *h* — ширина и высота проецируемой части изображения кадра, *B* и *H* — ширина и высота изображения на экране, *f* — фокусное расстояние объектива, *L* — проекционное расстояние (расстояние от объектива кинопроектора до экрана)

Для проецирования широкоэкранных фильмов с анаморфированным изображением кроме обычного объектива применяется анаморфотная проекционная насадка, которая представляет собой оптическую афокальпую систему, состоящую не менее чем из двух цилиндрических компонентов. Простейшая насадка состоит из цилиндрических положительного и отрицательного компонентов.

Анаморфотная насадка характеризуется коэффициентом анаморфозы (определяющим степень «растяжения» «сжатого» на фильме изображения) и предельным диаметром выходного зрачка. На оправе насадки указываются предельные значения фокусного расстояния и относительного отверстия проекционных объективов, с которыми данная насадка может использоваться.

Увеличение изображения кадра при кинопроекции осуществляется по схеме рис. VIII. 2.

Соотношение — — —, которое легко вывести из схемы, позволяет определить фокусное расстояние объектива, необходимого для получения на экране изображения требуемой ширины *B* при известном удалении от него кинопроектора: / = о— ,или вычислить ширину
B
изображения на экране, которое будет получено при заданном рас-

стоянии *L* и использовании объектива с фокусным расстоянием /: *B* = Ъ — или, наконец, выяснить, на каком расстоянии от экрана *L* должен быть установлен кинопроектор, чтобы с объективом с фокусным расстоянием / было получено на экране изображение шириной *B*: *L* = — *jB*. .
ь !

тт

Линейное увеличение при кинопроекции, равное $m = \frac{B}{Ь} = \frac{L}{f}$, достигает обычно нескольких сотен (семи и более), а увеличение по площади — полумиллиона и более.

Отношение — = с, чаще представляемое в виде 1: с, характеризует собой вид кинопроекции: обычной, широкоэкранной, широкоформатной.

При обычной кинопроекции, являющейся основной для традиционного кинематографа, 1 : *c* равно 1: 1,37; 1:1,35; 1:1,38 и 1 : 1,35 соответственно при демонстрировании 35-, 16-, 8- и 8С-мм фильмов.

Кашетирование кадра по высоте при съемке и проекции (так называемое явное кашетирование) или только при проекции (скрытое кашетирование) позволяет увеличить отношение сторон изображения на экране. Для кашетированной кинопроекции применяют более короткофокусные объективы, позволяющие при неизменных условиях получить на экране более широкое изображение, высота которого равна высоте при обычной проекции.

В мировой практике получило распространение скрытое кашетирование при соотношениях сторон изображения 1:1,66; 1:1,75 и 1: 1,85.

В нашей стране кашетирование (при с = 1,85) применяется относительно редко.

Естественно, что съемка фильмов, предназначаемых для кашетированной кинопроекции, должна учитывать соответствующее уменьшение по высоте проецируемой части изображения: композиция кадра должна быть такой, чтобы при проекции не утрачивалась сюжетно важная часть сцены.

При широкоэкранной кинопроекции увеличение отношения сто-
* *в*
рон изображения на экране с= тт достигается применением анаморфотной насадки к проекционному объективу, с помощью которой «растягивается» изображение кадра широкоэкранного фильма, «сжатое» по ширине при съемке. Коэффициент анаморфозы применяемых для широкоэкранной проекции проекционных анаморфотных насадок равен двум (в соответствии с коэффициентом анаморфозы киносъемочных насадок, используемых для съемки широкоэкранных фильмов, который равен 0,5).

Проекция 70-мм широкоформатных фильмов производится с помощью обычных проекционных объективов. Увеличение отношения сторон проецируемого изображения, составляющее в этой системе

кинематографа 1:2,2, достигается увеличением размеров изображения при съемке и соответственно в фильмокопии.

Зрительный аппарат человека в процессе наблюдения любых объектов, в том числе и изображений на экране, реагирует на их яркость. Яркость экрана зависит от его светотехнических характеристик и освещенности, создаваемой источником света кинопроектора.

В качестве источников света в кинопроекторах различных типов применяются лампы накаливания, угольные дуги и газоразрядные лампы (ксеноновые и в редких случаях ртутные лампы сверхвысокого давления). Применение того или иного источника света зависит от световой мощности кинопроектора, т. е. от значения светового потока, который должен быть обеспечен в его кадровом окне или в конечном счете от площади экрана киноустановки, для которой предназначен кинопроектор. Наибольшие световые потоки обеспечиваются угольными дугами высокой интенсивности, 30—40% всего излучения которых приходится на видимую часть спектра. Лампы накаливания (особенно с галогенным циклом) удобны для применения в качестве источников света в маломощных передвижных кинопроекторах.

Благодаря небольшим размерам тела накала лампы некоторых типов совмещают в себе также и осветительную систему — встроенный зеркальный отражатель; в некоторых лампах отражателем служит стенка колбы соответствующей формы.

Широкое применение получили газоразрядные ксеноновые лампы, представляющие собой кварцевую шаровидную колбу, наполненную под давлением ксеноном; внутри колбы находятся на близком расстоянии два электрода.

Помимо световой мощности источника света важным параметром является спектральная характеристика его излучения. Спектральный состав угольной дуги высокой интенсивности и ксеноновой лампы близок к дневному; у лампы накаливания он значительно отличается от дневного: в нем преобладают красные лучи. Первые два источника обеспечивают лучшую цветопередачу при демонстрировании цветных фильмокопий, которые печатают в расчете на использование в качестве источника проекционного света дуги высокой интенсивности.

Для эффективного использования светового потока источника света применяют сферический отражатель и конденсор в системах с лампой накаливания, сферический отражатель в системах с угольной дугой, эллипсоидный отражатель (зеркало) и сферический контротражатель в системах с ксеноновой лампой. Правильная юстировка осветительной системы предполагает соосность всех ее оптических элементов, соблюдение необходимых расстояний между ними и источником света. Нарушение этих условий сопровождается потерей до 50% светового потока и неравномерным освещением экрана.

Киноэкраны, применяемые при демонстрировании кинофильмов, отличаются светотехническими характеристиками, структурой поверхности и конструктивными особенностями, определяющими их назначение. Основные светотехнические характеристики их: ко-

эффициент отражения (или пропускания для просветных экранов*), осевой коэффициент яркости и показатель направленности.

Материалом для экранов всех типов, кроме экранов направленного отражения, служат поливинилхлоридные пластикаты, для направленных экранов — винилискожа. Экраны последнего типа с белой поверхностью применяются для показа обычных (главным образом узкопленочных) фильмов в помещениях без существенной засветки; бело-матовые экраны — для показа обычных и широкоэкранных фильмов в таких же помещениях длиной до 15 м.

В залах любой длины и формы для проекции фильмов любых видов применяют бело-матовые перфорированные экраны (за которыми размещаются громкоговорители).

В узких залах без балкона длиной до 15 м и шириной не более половины их длины для демонстрирования обычных фильмов применяют направленные алюминированные экраны (при пониженной освещенности или повышенной засветке обязательно применение вогнутой рамы). Такие же, но перфорированные экраны рекомендуются в узких залах длиной до 18 м для показа обычных и широкоэкранных фильмов.

Применение растровых алюминированных направленных экранов ограничено залами без балконов длиной до 15 м при пониженной освещенности; такие же, но перфорированные экраны применяют для проецирования обычных и широкоэкранных фильмов в залах без балконов длиной до 27—30 м.

Типы киноэкранов, их основные параметры и размеры поля экранных полотнищ установлены отраслевым стандартом ОСТ 19-32—74.

Практически используемые диффузно-отражающие (бело-матовые) экраны имеют коэффициент яркости не менее 0,82 и 0,77 (для перфорированных) и обеспечивают достаточно равномерное отражение света под разными углами.

Необходимость краткого изложения основных требований стандарта вызвана существенной ролью, которую играет правильный выбор экрана для обеспечения высокого качества проецируемого изображения.

Для унификации условий печати и демонстрирования кинофильмов, при которых обеспечиваются на экране оптимальное воспроизведение интервала яркостей объекта съемки (наилучшего различения деталей изображения) и требуемая насыщенность цветов, стандартизованы, (в международном масштабе) значение яркости и ее равномерность для киноэкранов контрольных залов киностудий и кинокопировальных фабрик.

Согласно действующему в нашей стране стандарту **, распространяющемуся на киноустановки, яркость в центре экрана должна сос-

* Экраны, предназначенные для проекции «на просвет» и применяемые в специальных целях, например для кинопоказа при значительных освещенное! ях в помещении.

** РТМ 19-77—77. Руководящий технический материал по развитию и техническому оснащению кпносети СССР.

тавлять 40 j-js. Этим стандартом установлены также допустимая неравномерность яркости в разных точках экрана и методы контроля. Значения яркости экрана при освещении его разными кинопроекторами одной киноустановки не должны отличаться более чем на 15%.

Звуковая часть кинопроектора включает в себя стабилизатор скорости, который предназначен для обеспечения равномерной скорости движения фонограммы, и звукочитающую систему.

Простейший по конструкции стабилизатор скорости представляет собой маховик, насаженный на вал гладкого звукового барабана, вращающийся на шарикоподшипниковых опорах.

В универсальных кинопроекторах для 35/70-мм фильмокопий воспроизведение шестиканальной магнитной фонограммы требует применения стабилизатора скорости более сложной конструкции, состоящего из двух гладких барабанов, на валах которых насажены маховики, а также двух натяжных подпружиненных роликов и демпфера.

Звукочитающая система состоит из звуковоспроизводящего оптического устройства с фотоприемником или (и) магнитной головки воспроизведения (блока магнитных головок).

Звуковоспроизводящее оптическое устройство предназначено для получения в плоскости фонограммы весьма узкого светового читающего штриха (при так называемом «прямом» чтении) или равномерно освещенного участка, проецируемого с увеличением на механическую щель (при «обратном» чтении). Устройство состоит из читающей лампы, оптических элементов, механической щели и микрообъектива.

Принцип воспроизведения фотографической фонограммы основан па модулировании ею света, падающего на фотоприемник, с помощью которого колебания интенсивности света преобразуются в электрические колебания.

Магнитная головка воспроизведения в общем случае представляет собой сердечник с весьма узкой рабочей щелью между его полюсными наконечниками, которая делит на два (практически равных) участка поверхность контакта головки с магнитной дорожкой на фильмокопии. Магнитный поток магнитной фонограммы проходит через сердечник головки и наводит в находящейся на нем обмотке электродвижущую силу. При этом имеет место преобразование остаточной намагниченности магнитной фонограммы в электрические колебания.

Электрические колебания от фотоприемника или магнитной головки воспроизведения усиливаются и подводятся к громкоговорителю. С помощью громкоговорителя осуществляется последнее преобразование электрических колебаний в механические — звуковые.

Применяемые на киноустановках усилители и громкоговорители при правильных режимах их эксплуатации обеспечивают надлежащее воспроизведение речи и музыки, записанных в кинофильмах.

§ 49. Зрительный зал

Зрительный зал, его форма, размеры, акустические характеристики, расположение в нем экрана, громкоговорителей и зрительских мест, а также условия комфорта играют немаловажную роль в восприятии зрителями кинофильма и оценке его художественных и технических свойств.

В процессе производства кинофильма качество отснятого изображения и записи звука многократно контролируется на экране. От условий, при которых производится этот контроль, зависит правильность выносимых суждений о результатах работы, а также принимаемых мер для тех или иных исправлений.

Условия контроля в процессе производства фильма часто отличаются от условий демонстрирования фильмокопий на киноустановках. Ниже вкратце приведены общие требования к кинопоказу, которые в необходимых случаях со знанием дела могут корректироваться.

Форма и объем залов кинотеатров чаще всего отличаются от формы и объема просмотровых залов киностудий и кинокопировальных фабрик.

С учетом все возрастающих требований к комфорту для кинозрителей (форма кресел, расстояние между рядами кресел, внутренняя отделка зала, достаточность удельного объема воздуха, наличие вентиляции, кондиционера, отсутствие посторонних помех и т. д.) все большее развитие получают многозальные кинотеатры.

Одним из условий правильного восприятия киноизображения на экране является достаточность времени для адаптации зрения при переходе из светлого помещения в темное. В зрительном зале кинотеатра адаптация наступает сравнительно быстро, безболезненно и без ущерба для правильного восприятия киноизображения, если освещение зала гаснет постепенно, плавно в течение примерно 30 с.

Расположение киноэкрана, громкоговорителей и зрительских мест должно быть таким, чтобы с любого места наблюдалось все проецируемое на экране киноизображение и были слышны без искажений все сопровождающие фильм звуки.

Размеры экрана должны быть такими, чтобы его вертикальные границы были возможно более удалены друг от друга и не находились в поле зрения кинозрителя при наблюдении действия, разыгрывающегося обычно в средней части киноизображения, где сосредоточены сюжетно важные объекты.

Предпочтение отдается изогнутой (цилиндрической) форме экрана, при которой кинозрители находятся как бы в центре проецируемого изображения.

На качество зрительного восприятия киноизображения существенно влияет расстояние, отделяющее зрителя от экрана. Малое расстояние делает заметными зернистую структуру киноизобрая?ения, его нерезкость, неустойчивость и механические дефекты. Наблюдаемое при этом под большим углом зрения киноизображение воспринимается с геометрическими искажениями. Чрезмерное удаление зрителя от экрана и соответственно уменьшение угла зрения ухудшает

различение малых деталей изображения (или приводит к их полной потере).

Наилучшее место в кинозале, с которого правильно воспринимается изображение (так называемый центр перспективы), расположено на его продольной оси (средней линии) на расстоянии от экрана, во столько раз большем его ширины, во сколько раз фокусное расстояние киносъемочного объектива больше ширины проецируемой части изображения кинокадра фильма. Однако зрительный аппарат человека допускает значительные искажения перспективы при кинопроекции, благодаря чему с мест, расположенных вблизи центра перспективы (слева и справа от него, впереди и позади вдоль оси зала), также обеспечивается относительно правильное восприятие изображения. Естественно, что при съемке фильма с объективами с различными фокусными расстояниями (или с объективом с переменным фокусным расстоянием) зона благоприятной видимости в зале перемещается относительно экрана.

Одновременно с искажениями перспективы искажается при проекции также и темп движения изображения объектов съемки на экране, что особенно заметно при использовании для киносъемки объективов с фокусными расстояниями, значительно отличающимися от фокусного расстояния нормального (штатного) объектива: скорость возрастает с уменьшением фокусного расстояния объектива и уменьшается с увеличением фокусного расстояния.

Для полной оценки достоинств фильма нельзя не учитывать его звуковое сопровождение, качество восприятия которого существенно зависит от акустических свойств зрительного зала.

Акустические свойства зала характеризуются временем стандартной реверберации (т. е. временем, в течение которого интенсивность звучания уменьшается в 1000 000 раз, или на 60 дБ), диффузностью звукового поля *, частотной характеристикой звукового давления и другими показателями.

Время реверберации в малых залах невелико и практически одинаково на разных частотах, в больших — велико и различно на разных частотах.

Акустической обработкой залов достигается оптимальное значение времени реверберации, при котором хорошо звучит музыка и достаточна разборчивость речи.

Действующий в настоящее время международный стандарт на электроакустическую частотную характеристику канала звуковоспроизведения преследует цель, аналогичную цели, достигаемой стандартизацией яркости киноэкрана. Наличие объективных требований к электроакустической частотной характеристике просмотровых залов киностудий, копировальных фабрик и кинотеатров, возможность их обеспечения и контроля позволяет унифицировать условия воспроизведения фонограммы кинофильмов и, следовательно, совершенствовать их.

* Диффузность звукового поля характеризует равномерность звуковой энергии в различных точках поля.

§ 50. Оценка технического качества кинопоказа

Качество киноизображения на экране в основном оценивается интервалом яркостей, цветопередачей и насыщенностью цветов, резкостью и значением неустойчивости изображения.

Из-за засветки экрана посторонним рассеянным светом снижается интервал яркостей киноизображения относительно интервала светопропусканий изображения фильмокопии. Это приводит к снижению различимости деталей изображения, если они находятся на фоне одинакового с ними цвета, к уменьшению насыщенности цветов и снижению контраста, воспринимаемым субъективно как ухудшение резкости изображения.

Источниками паразитной засветки киноизображения на экране являются: рассеянный свет в проекционном объективе пз-за многократных отражений света от поверхностей линз, фасок и внутренней поверхности оправы; свет, отражаемый от краев экрана при его цилиндрической форме, от стен потолка и других предметов зала (в том числе от зрителей); посторонний свет, падающий на экран сквозь окна аппаратной, через неплотно закрытые двери, и т. п. При загрязнении линз объективов и стекол аппаратной рассеяние ими света с 2—3% увеличивается до 10—12% от проходящего света, что существенно снижает контраст изображения на экране.

На следующем примере покажем влияние засветки на контраст изображения.

Если через самый светлый участок изображения кадра проходит 40% (0,4) от падающего на него света, а через самый темный 2% (0,02), то при средней освещенности экрана (без фильма), равной 250 лк, и отсутствии засветки освещенность самого светлого участка составит 250-0,4=100 лк, а самого темного 250-0,02 = 5 лк. Значение яркости этих участков на диффузном бело-матовом экране, имеющем коэффициент яркости 0,82, составит *

$$\frac{100 \cdot 0,82}{3,14} = 26,1 \frac{кд}{м^2} \quad и \quad \frac{5 \cdot 0,82}{3,14} = 1.3 \frac{кд}{м^2}.$$

Контраст изображения определится как отношение этих значений и составит $\frac{26,1}{1,3} \approx 20$.

Наличие паразитной засветки всего в 2% дает приращение освещенности экрана всего на 250-0,02=5 лк, что существенно не повлияет на яркость светлого участка, однако увеличит яркость темного вдвое, т. е. до 2,6—5 кл > и соответственно снизит вдвое контраст изображения.

* Для определения яркости в канделах на квадратный метр (кд/м²) освещенность в люксах (лк) умножается на коэффициент яркости и делится на число я (3,14).

С учетом засветки яркость светлого $\frac{(100+5)\cdot 0{,}82}{3{,}14} \approx 27{,}4 \ \frac{кд}{м^2}$, яркость темного $\frac{(5+5)\cdot 0{,}82}{3{,}14} \approx 2{,}6 \ \frac{кд}{м^2}$, а контраст изображения на экране $\approx 10{,}5$.

Для оценки резкостных свойств кинематографической системы в целом и ее составляющих элементов пользуются простым обобщенным критерием — разрешающей способностью. В случае определения резкостных свойств киноизображения на экране этот критерий имеет в виду способность кинопроекционной системы обеспечить раздельное воспроизведение на экране изображения штрихов миры испытательной таблицы или соответствующего тест-фильма.

Разрешающая сила кинопроекционных объективов, характеризующая их резкостные свойства, также определяется с помощью таблицы с мирами. Она больше (иногда вдвое) в центре, чем на краях изображения.

Ухудшение резкости изображения на экране может быть вызвано невозможностью обеспечения перпендикулярности к поверхности экрана оптических осей объективов разных кинопроекторов одной киноустановки, а также превышением вертикальных и горизонтальных углов проекции относительно значений, установленных нормами и правилами строительного проектирования киноустановок.

Причинами плохой резкости изображения и невозможности ее улучшения фокусировкой объектива являются загрязнение поверхностей его линз, а также неправильная установка (перекосы) проекционных стекол аппаратной и их загрязнение.

Существенным образом влияет на резкость изображения поведение фильма в фильмовом канале кинопроектора. Облучение фильма в кадровом окне большим световым потоком приводит к выпучиванию кинопленки и выведению ее из плоскости фокусирования объектива; результатом этого является «пульсирование» («дыхание») резкости и невозможность достижения оптимальной фокусировки, объектива.

Степень выпучивания кадра (и, следовательно, нерезкости) зависит от многих причин; главные из них: мощность источника света кинопроектора, значение средней прозрачности кадров, форма фильмового канала и сила прижима в нем кинопленки.

В связи с этим в мощных кинопроекторах, в первую очередь в универсальных для 35-. и 70-мм фильмокопий, стали применять криволинейные фильмовые каналы, придающие пленке большую жесткость.

Уменьшение нагрева фильма достигается применением так называемых интерференционных отражателей, фильтрующих бесполезную (не участвующую в образовании изображения на экране) тепловую часть лучистого потока источника света.

К частично или полностью устранимым факторам, уменьшающим резкость изображения на экране, относятся: образование нагара на участках фильмового канала, контактирующего с пленкой, неточная

установка обтюратора и «смазывание» изображения (из-за так называемой «тяги» обтюратора), перегрев линз- объектива, вызывающий изменение его фокусного расстояния.

Достижение оптимальной фокусировки объектива и юстировки анаморфотной насадки кольцом дальности возможны с помощью соответствующего тест-фильма.

Киноизображение на экране практически всегда неустойчиво: оно колеблется как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении.

Причин неустойчивости киноизображения множество. Незначительные колебания положения отдельных кадров в кинонегативе увеличиваются в процессе производства фильмокопий и достигают заметных кинозрителю значений в процессе увеличения кадров при их проецировании на экран.

Выявление источника неустойчивости фильма в кадровом окне' кинопроектора и ее количественная оценка также производятся с помощью тест-фильма.

Неустойчивость фильма в кадровом окне фильмового канала допускается: в отдельных типах 35-мм кинопроекторов — до 0,025 и 0,030 мм по вертикали и до 0,025 мм по горизонтали; в 35/70-мм — до 0,025 мм в обоих направлениях; в отдельных типах 16-мм кинопроекторов — до 0,020 и 0,025 мм в обоих направлениях.

К другим возможным дефектам кинопроекции относятся искажения формы и размеров изображения па экране, неточное совмещение^ с обрамлением экрана изображений, проецируемых разными кинопроекторами одной киноустановки; заметность этих искажений особенно велика при переходе с одного проектора на другой.

При переходах с одного кинопроектора киноустановки на другой может обнаружиться заметное различие световых потоков, а также различие их спектрального состава. Причиной последнего может быть использование на разных кинопроекторах интерференционных отражателей с различной спектральной характеристикой и объективов с различной цветностью.

Качество звучания фильмов оценивается на слух, однако существует ряд объективных показателей, позволяющих определить, в какой мере при кинопоказе может быть воспроизведена картина первичного звукового поля, имевшая место при звукозаписи.

Человек воспринимает как звук механические колебания с частотой от 16 до 16 000 Гц и интенсивностью, обусловливающей динамический диапазон громкостей от 0 до 120 дБ.

Особенностью слуха человека является способность различать направление звука и расположение источника звучания в пространстве (так называемое бинауральное слушание).

Совершенная звукопередача возможна при ограничении частотного диапазона частотами от 40 до 12 000 Гц и динамического диапазона до 45 дБ для речи и пения и до 70 дБ для музыки.

Задача воспроизведения в зале кинотеатра при демонстрировании кинофильма первичного звукового поля практически невыполнима в силу серьезных технических ограничений.

Стереофоническое многоканальное звуковоспроизведение в настоящее время обеспечивается лишь при демонстрации 70-мм широкоформатных фильмов с шестью магнитными фонограммами.

Частотный диапазон фотографической фонограммы простирается от 50 до 8000 Гц в 35-мм и от 100 до 6000 Гц в 16-мм фильмокопиях. Частотный диапазон магнитной фонограммы расширен до 12 000 Гц в 70-мм и до 8000 Гц в 16-мм фильмокопиях.

Динамический диапазон громкостей фотографической фонограммы равен 40 и 30 дБ соответственно в 35- и 16-мм фильмокопиях; магнитная фонограмма имеет динамический диапазон около 50 и 40 дБ соответственно в 70- и 16-мм фильмокопиях.

Неисправности канала звуковоспроизведения киноустановки (нарушение юстировки светового читающего штриха, износ магнитной головки, а также неправильное их положение относительно фонограммы, неудовлетворительная работа стабилизатора скорости, нарушение электрических режимов усилителя и его неисправность, дефекты громкоговорителей и т. п.) приводят к искажениям звукопередачи. Характер и заметность искажений звукопередачи зависят от причин, их вызвавших.

Для обнаружения источников искажений используются звуковые тест-фильмы, с помощью которых производятся также необходимые регулировки звуковой части кинопроектора, измерения и контроль канала звуковоспроизведения киноустановки.

Специфическим видом искажений, присущим только кинематографу, является нарушение синхронизма (асинхронизм) между изображением на экране я соответствующим ему звуком. Причиной асинхронизма может быть неудовлетворительная синхронизация пленок изображения и фонограммы в процессе производства, а также массовой печати фильма и неправильная зарядка фильмокопии в кинопроекторе. Удовлетворительное совпадение звука с соответствующей артикуляцией губ говорящего при совершенной синхронизации изображения и звука и правильной зарядке фильма в кинопроекторе обеспечивается для зрительских мест на расстоянии от громкоговорителей, равном в залах средней длины 15 м.

Несовпадение звука и изображения в пределах ±0,04 с практически незаметно даже на крупных планах. Благодаря этому асинхронизм оказывается незаметным для определенной зоны мест.

Для достижения удовлетворительного синхронизма в залах малой длины (например, в просмотровых) длину петли фильма между кадровым окном и световым читающим штрихом увеличивают на 1 кадр; в длинных залах, наоборот, уменьшают. При воспроизведении шестиканальной магнитной фонограммы блоком головок, опережающим кадровое окно, для достижения синхронизма в коротких залах длину петли фильма увеличивают, а в длинных — уменьшают на 1 кадр.

Оценка технического качества демонстрирования фильма (и рабочих материалов) должна проводиться лишь после достижения соответствия проекционной и звуковоспроизводящей части киноустановки техническим условиям на аппаратуру и ее отдельные элементы.

§51. Телекинопередача

Телекинопередачей (или телекинопроекцией) называется передача по телевидению кино- и телефильмов.

Для целей телекинопроекции световой сигнал, получаемый при воспроизведении изображения кино- и телефильмов, преобразуется в электрический с помощью специальной телекинопередающей аппаратуры.

Телекинопередатчик (телекинопроектор) состоит из лентопротяжного механизма и оптико-электронного считывающего устройства, преобразующего киноизображение в видеосигналы.

Преобразование возможно с помощью обычной кинопроекционной системы с прерывистым движением фильма, изображающей кинокадры на мишени передающих трубок с накоплением, либо с помощью бегущего пятна, проецируемого с экрана специального кинескопа и считывающего (разворачивающего) изображение кадров фильма при его непрерывном движении. Преобразование световых сигналов в электрические в первом случае происходит в передающих трубках, во втором — в фотоэлектронных умножителях.

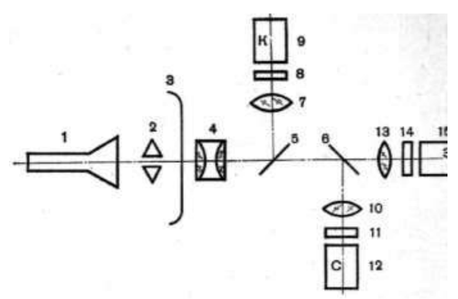


Рис. VIII.3. Схема передачи фильма телекинопроектором с бегущим лучом: *1* — кинескоп, *2* — объектив, *3* — фильм, *4* — конденсор, *5*—*6* — цветоделительные узлы, *7, 10, 13* — объективы, *8, 11, 14* — корректирующие светофильтры, *9, 12, 15* — фотоумножители

Практика цветной телекинопередачи показывает, что более высокое качество обеспечивается при преобразовании светового сигнала в электрический с помощью бегущего пятна.

В системе, основанной на использовании принципа бегущего луча, световое пятно, перемещаясь построчно, проходит через кинопленку, модулируется плотностями изображения и расщепляется на три цветовые составляющие: синий (С), зеленый (З) и красный (К) (рис. VIII.3). Эти составляющие с помощью фотоумножителей преобразуются на выходе системы в электрические сигналы синего, зеленого и красного.

При телекинопроекции с бегущим лучом, как правило, используют кинопроекторы с непрерывным движением кинопленки. Его важнейшим узлом является оптический компенсатор, представляющий собой качающиеся зеркала и обеспечивающие непрерывность проецирования изображения.

Существенным недостатком телекинопередатчиков с бегущим лучом является невозможность их стыковки с несколькими передатчиками изображения и сложность регулирования механизма, управляющего зеркалами.

Система, использующая трубки с накоплением, позволяет применять в телекинопередатчиках обычные кинопроекторы с прерывистым движением фильма.

В этом случае световой поток, проходящий через кадровое окно, модулируется изображением фильма, расщепляется светоделительным устройством и образует в плоскости фотокатодов трех передающих трубок три цветоделенные изображения. Датчики изображения в большинстве случаев имеют четыре канала — три цветных и один яркостный (рис. VIII. 4). Телекинопередатчики с трубками накопления легко стыкуются с кинопроекторами для фильмов любого формата и с диапроекторами.

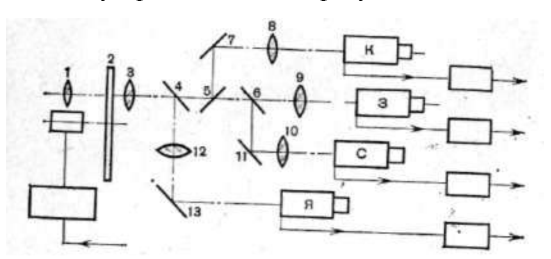


Рис. VIII.4. Схема цветной телекамеры на четырех передающих трубках: *1* — объектив, *2* — диск переменной плотности, *3* — линза, *4—6* — цветоделительные узлы, *7, 11, 13* — зеркала, *8—10, 12* — объективы, К, З, С — каналы красного, зеленого и **синего** цвета; Я — яркостный канал

Недостаток этой системы — в некотором снижении контраста изображения и в возможности появления окрашенных полос у изображений движущихся объектов.

Крупноформатное телевидение, приобретающее все большее значение, осуществляется с помощью замкнутых телевизионных систем, обеспечивающих одновременную демонстрацию изображений на большое количество установок. Перспективна система, основанная на использовании проекционного способа. По этому способу телевизионный видеосигнал может поступать от передающих камер, видеомагнитофонов, телекинопроекторов и т. д.

Проекция с экрана электронно-лучевой трубки требует очень высокой яркости изображения. Основные элементы этой системы — электронно-лучевая трубка и экран, который в 2—3 раза больше экрана трубки.

К телекинопроекционным установкам, использующим диаскопический метод, относится система Eidophor, основанная на механической деформации поверхности вязкой жидкости электронным пучком, под действием которого в слое жидкости возникает рельефный растр, выполняющий функцию дифракционной решетки и модулирующий световой поток от источника света. На рис. VIII. 5 приведена оптическая схема такой системы.

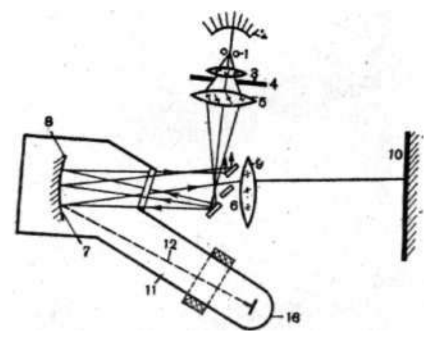


Рис. VIII.5. Схема телекинопроектора: *1* — ксеноновая лампа, *г* — зеркальный отражатель, *3* — конденсор, *4* — диафрагма, 5 — конденсор, *6* — зеркальные щелевые растры (на рисунке показано только три), *7* — масляная пленка, *8* — вогнутое зеркало, *9* — проекционный объектив, *ю* — экран, *11* — вакуумная камера, *12* — электронный луч, *13* — электронная пушка

Световой поток от мощного источника света через конденсор, кадровое окно и второй конденсор попадает на систему зеркальных растров и направляется к сферическому зеркалу, на поверхность которого нанесена масляная пленка. Если поверхность масляной пленки совершенно гладкая, свет на экран не попадает. При деформации масляной пленки электронными пучками отраженные лучи смещаются и с помощью объектива образуют на экране изображение, которое может быть очень четким, так как ограничивается только полосой частот телевизионной системы.

Для телекинопередачи иногда используют цветной негатив изображения. Позитивное изображение при этом получают методом электронного обращения.

Использование негатива мотивируется тем, что он имеет пологую характеристическую кривую с малыми плотностями, весьма благоприятную для телекинопроекции, особенно по принципу бегущего луча, а также тем, что исключаются затраты материалов и времени на изготовление позитива. При работе с маскированным негативом при телепередаче необходима небольшая коррекция и исключаются искажения, возникающие за счет позитивного процесса.

При передаче негатива в телетракте используется специальный блок преобразования (обращения) «негатив — позитив» и устройство для свето-цветокорректирования из-за возможного различия отдельных планов по плотности и цветовому балансу.

Рис. VIII.6. Размеры изображения в фильмах для телевидения: *1* — размеры изображения при кинотелесъемке (на 35-мм кинопленке 22Х16 мм; на 16-мм кинопленке 10,22Х Х7.44 мм), 2 — размеры изображения при кинопроекции (для 35-мм кинофильма 20,9Х Х15,2 мм; для 16-мм кинофильма 9,64Х7,06 мм), *3* — размеры изображения при телепроекции (для 35-мм кинофильма 20,12Х15,09 мм; для 16-мм 9,35Х7,01 мм), 4 — сюжетно важная часть изображения (на 35-мм кинопленке 18,11Х13,58 мм; на 16-мм кинопленке 8,40Х6,31 мм), 5 — поле для титров (на 35-мм кинопленке 16,10Х13,8 мм; на 16-мм кинопленке 7,48Х6,07 мм)

Негативы подвергают тщательной очистке: их загрязнения при телевизионной передаче воспроизводятся на экране телевизора в виде белых пятен; во избежании скачков изображения и обрывов увеличивают прочность склеек.

Размерные параметры изображения, используемые при телекинопроекции, приведены на рис. VIII.6.

Качество черно-белой и цветной телекинопередачи зависит не только от качества работы телекинопередатчиков. Среди причин неудовлетворительной передачи по телевидению кино- и телевизионных фильмов основными являются следующие:

1) большое различие между контрастом изображений переда-

ваемых кино- и телефильмов и контрастом телевизионных изображений на экране кинескопа;

2) увеличение при телекинопроекции цветоделительных и полутоновых искажений цветных кинопленок;

3) возможные ошибки цветового баланса в цветном киноизображении;

4) колебания плотности кинопленки.

Условия наблюдения киноизображения на экране киноустановки существенно отличаются от условий наблюдения изображения на экране телевизора. Результатом этого различия является более критическая оценка телезрителем контраста и цветности деталей телевизионного изображения.

При небольших нарушениях цветового баланса может быть обеспечено более высокое качество телекинопроекции.

Для лучшего согласования цветных кино- и телевизионной систем контрасты цветных изображений кино- и телефильмов не должны быть чрезмерно большими. Лучшие результаты могут быть получены, если использовать для телекинопередачи цветные негативные киноизображения; в этом случае (как и в черно-белом телевидении) повышается четкость изображения.

Наилучший способ оценки технического качества кино- и телефильмов, предназначаемых для телекинопередачи, — просмотр их на экране телевизора. Фильмы, получившие высокую оценку при таком способе контроля, как правило, обеспечивают высокие технические показатели также и при проецировании их на киноэкран.

Практически контроль с помощью телевизионного канала производится редко, а контроль на киноэкране не является эффективным: изображение кино- и телефильма, обнаруживающее на киноэкране высокие показатели, часто не удовлетворяет требованиям телекинопроекции.

Эффективность контроля на киноэкране может быть повышена при условии приведения его размерных и светотехнических параметров в соответствии с параметрами экрана телевизоров.

Глава IX ПРОЦЕСС СТАРЕНИЯ

Процесс старения — процесс, приводящий к изменениям фотографических и физико-механических свойств кинопленок. Процессы старения различны, недостаточно изучены и трудноуправляемы.

§ 52. Сохраняемость кинопленок

Светочувствительные слои кинопленок наиболее чувствительны к процессу старения, протекающему во время хранения. Этот процесс приводит к понижению светочувствительности, контрастности и к повышению плотности вуали. Особенно отрицательно сказывается старение на цветных кинопленках, у которых светочувствительные слои различны и потому изменяются неодинаково, что нарушает их баланс и приводит к цветоискажению.

Основными факторами, влияющими на старение кинопленок, являются: состав светочувствительного слоя, взаимодействие слоя с подложкой, способ упаковки кинопленки и упаковочные материалы, температура и влажность окружающего воздуха, продолжительность хранения и т. д. Сероводород, аммиак, выхлопные газы, испарения скипидара и некоторых растворителей, а также радиоактивные излучения способствуют быстрому протеканию процесса старения.

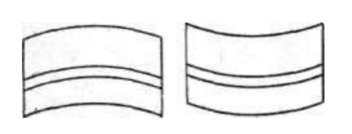
Поперечный разрез кинопленки показывает, что около 90% общей толщины ее составляет подложка. В подложке во время хранения кинопленок также происходят химико-физические процессы, приводящие к изменению механических свойств.

Кинопленки, как гигроскопический материал, стремятся к выравниванию своей влажности с влажностью окружающей среды. При повышенной влажности светочувствительный слой сильно набухает, в результате кинопленки выгибаются светочувствительным слоем наружу. При малой влажности, наоборот, светочувствительный слой прогибается внутрь (рис. IX.1). Любой вид скручивания вреден, так как затрудняет транспортирование и прижим кинопленки в фильмовом канале различных аппаратов. Кроме того, в этом случае поверхности кинопленок легко царапаются.

Светочувствительные слои подвержены и биологическим процессам вследствие жизнедеятельности микроорганизмов, для которых

эти слои служат хорошей питательной средой. Под действием микроорганизмов — плесневых грибков — желатина разрушается.

Главная причина появления хрупкости — высыхание слоев, для которых вода служит пластифицирующим веществом. Поэтому большое значение приобретает содержание воды в светочувствительных слоях и в окружающем воздуха. Хранение кинопленок в условиях, способствующих усилению хрупкости и жесткости, т. е. при недостаточной влажности и высокой температуре, приводит к порче материала. При избытке влажности в окружающей среде возможно слипание кинопленок.



пленк?'во ДврФемРя1а хранения:
1 — подложка, *2* — эмульсионный слой ·

Упаковочные материалы должны за**щищэть киноплвнки от внвшних воздействий. Однако они могут иногдэ быть и** IT причиной старения. Некоторые упаковочные материалы выделяют газообразные вещества, взаимодействующие со светочувствительным слоем; такие материалы не обладают защитными свойствами против агрессивных компонентов во внешней среде, т. е. являются пыле-, газо- йли влагопроницаемыми.

Свойства кинопленок ухудшаются с увеличением срока хранения. Как правило, чем выше светочувствительность кинопленок, тем заметнее явления старения. Обычно заводы устанавливают для каждого вида кинопленок гарантийные сроки хранения, в течение которых сенситометрические показатели не выходят за пределы допусков, предусмотренных техническими условиями на материал. Отечественные заводы гарантийными сроками считают: для черно-белых кинопленок — один год, для цветных — шесть месяцев. Однако это не значит, что кинопленки становятся непригодными по истечении гарантийного срока. При благоприятных условиях хранения многие кинопленки, особенно низкочувствительные, можно использовать и после гарантийного срока.

Наилучшие условия хранения обеспечиваются в помещении с кондиционированным воздухом, где кинопленки защищены от действия прямых солнечных лучей и вредных газов. Коробки в фабричной упаковке следует помещать на полки, причем нижняя полка должна находиться в 15—20 см от пола. Для большинства кинопленок нормальные условия хранения обеспечиваются при температуре воздуха 14—22°С и относительной влажности 50—70%. Чем ближе к 20°С температура воздуха, а относительная влажность — к 60% С, тем лучше сохраняется плоскостность кинопленок.

Если нет возможности поддерживать постоянную температуру в помещении, предпочтительно хранить кинопленку в коробках с неплотно пригнанными крышками, так как при плотно закрытой крышке снижение температуры может вызвать конденсацию влаги на поверхностях кинопленки, что приведет к слипанию слоев и их повреждению.

В целях замедления процессов старения высокочувствительные

цветные и инфрахроматические кинопленки часто рекомендуют хранить при температуре ниже —20°С и относительной влажности ниже 10%. Однако при таком хранении возможно пересыхание слоев и удаление пластификаторов из подложки, что приводит к увеличению хрупкости кинопленок. При очень низкой температуре (—40°С) кинопленки могут стать настолько хрупкими, что будут ломаться, как стекло. Кроме того, переохлажденная кинопленка может слипаться от конденсации влаги. Чтобы избежать слипания, необходимо коробки с кинопленкой до вскрытия нагреть до температуры, при которой будут использоваться кинопленки. Это условие относится и к кинопленкам, хранимым в холодильнике.

Целесообразно при хранении кинопленок в холодильнике поместить в него влагопоглотитель, например силикагель, чтобы предупредить возможность конденсации. Разумеется, в холодильнике не должно быть мясных и рыбных продуктов, часто образующих вещества, способствующие гниению, — меркаптаны, вуалирующие кинопленки.

При транспортировании кинопленок длительное время по железной дороге или в автомашинах рекомендуется для черно-белых кинопленок поддерживать температуру не выше 10°С, а для цветных — не выше 4°С. Если транспортировка кратковременная, тогда допустима температура до 20°С.

При такой же температуре короткое время можно хранить кинопленки на станциях железных дорог, в аэропорту и в морских портах. Регулировать влажность в данных условиях невозможно, однако коробки, заклеенные липкой лентой, достаточно оберегают кинопленки от проникновения влаги.

Кинопленки, предназначенные для использования при высоких температуре и влажности, например в тропиках и в других подобных условиях, должны быть дополнительно упакованы, часто в герметические установки.

Хранение в кассетах, в съемочных аппаратах и в коробках с нарушенной заводской упаковкой отрицательно сказывается на свойствах кинопленки, так как в этих случаях они не будут защищены от окружающей среды. Поэтому кинопленки не следует оставлять без заводской упаковки дольше, чем это необходимо для непосредственной работы.

§ 53. Сохраняемость скрытого изображения

Скрытое изображение на кинопленке может сохраняться годами, но может разрушиться и очень быстро.

Сохраняемость скрытого изобраячения и его разрушение — р е г р е с с и я — обусловлены рядом взаимосвязанных и сложных процессов, полностью не изученных. Степень регрессии неодинакова: в одних случаях она едва заметна, в других — приводит к полному исчезновению скрытого изображения. Регрессии особенно подвержены иизкочувствителъные и мелкозернистые кинопленки, в том числе позитивные и контратипные. Наиболее сильна регрессия в первые

дни, а иногда и часы хранения экспонированных кинопленок. С повышением температуры и влажности окружающего воздуха регрессия усиливается. Хранение экспонированных кинопленок при пониженной температуре замедляет регрессию или полностью ее исключает.

Полагают, что в процессе хранения экспонированных кинопленок происходит разрушение части центров скрытого изображения за счет их рассасывания. В результате уменьшается вероятность проявления микрокристаллов галогенида серебра. Замечено, что, чем выше светочувствительность микрокристаллов, тем стабильнее в них центры и тем менее подвержены они регрессии. Первоначально разрушаются малоэкспонированные детали изображения, что сказывается на проработке деталей в тенях объекта.

При хранении экспонированных кинопленок в присутствии сероводорода, аммиака, перекиси водорода, формальдегида, некоторых красок и других агрессивных веществ центры скрытого изображения могут вступать в реакцию с ними и образовывать такие серебряные соли, которые перестают служить центрами проявления.

В целях предупреждения регрессии следует избегать длительного хранения экспонированных кинопленок, особенно при высокой температуре и влажности воздуха, а также в окружении агрессивных веществ. Цветные кинопленки, в том числе и позитивные и контратипные, следует подвергать фотографической обработке как можно скорее после экспонирования.

В случае работы во влажном или жарком климате экспонированные кинопленки необходимо тщательно упаковывать, обклеивая коробку двумя-тремя витками липкой ленты. В коробке с кинопленкой целесообразно помещать мешочки из марли с силикагелем или другим влагопоглощающим веществом.

По ОСТу 19-62—76 установлены следующие сроки хранения экспонированных кинопленок: до трех суток — при температуре воздуха 20±5°С и относительной влажности 60±10%, до 15 суток — при температуре воздуха 7±3°С и относительной влажности 60±±10%, т.е. в холодильнике. В исключительных случаях ОСТом допускается хранение экспонированной кинопленки в течение 15 суток при температуре 20°С.

Экспонированные кинопленки должны быть намотаны на стандартные сердечники, упакованы в светонепроницаемые пакеты и помещены в коробки.

Кинопленки, экспонированные при печатании, могут храниться в специальных шкафах или на стеллажах в помещении при неактиничном освещении, сроком до трех суток.

Известно разрушение скрытого изображения, названное *эффектом Гершеля*, которое происходит в том случае, если на кинопленку действовало излучение с длиной волны большей, чем при первоначальном экспонировании изображения. Так, при засветке красным светом несенсибилизированных слоев кинопленки экспонированное изображение может ослабиться или полностью разрушиться. Также действует инфракрасное излучение на изопанхроматические слои кинопленки. Обнаружено, что, чем крупнее и стабильнее центры

скрытого изображения, тем меньше эффект Гершеля. Для получения этого эффекта необходимы большие потоки энергии облучающего света. Чтобы разрушить скрытое изображение, в облучении должно быть в 10^8—10^{10} раз больше квантов, чем для образования скрытого изображения.

Эффект Гершеля уменьшается, если между облучением экспонированных кинопленок красным светом и их проявлением проходит некоторое время.

Если Скрытое изображение полностью разрушено облучением, светочувствительный слой становится более чувствительным, чем был до образования в нем скрытого изображения.

§ 54. Сохраняемость видимого изображения

Сохраняемость видимого изображения на кинопленке зависит от многих причин. Черно-белые и цветные изображения сохраняются по-разному.

На сохранность изображения влияют процессы обработки кинопленки и условия хранения.

Изображение на черно-белых кинопленках состоит из металлического серебра, которое под действием некоторых невымытых химикатов может окрашиваться или обесцвечиваться. Так, остатки тиосульфата натрия в фотографическом слое или образовавшиеся при фиксировании комплексные соединения способны переводить металлическое серебро в сернистое.

В результате на кинопленке- возникают желто-коричневые пятна сернистого серебра. Пятна очень хорошо заметны на деталях, имеющих небольшую плотность, и возникают опи тем быстрее, чем хуже промыта кинопленка после фиксирования и чем мелкозернистее изображение.

Допустимое количество остаточных тиосульфатных соединений для разных кинопленок неодинаково, зависит оно от вида изображения (негативное, позитивное и т. д.) и от сроков хранения. Чем дольше должно храниться изображение, тем лучше следует промывать кинопленку после фиксирования.

Продукты разложения подложки кинопленки, а также некоторые промышленные газы могут быть причиной обесцвечивания серебряного изображения.

При длительном хранении кинопленки, особенно в условиях повышенной влажности и температуры, в фотографическом слое мельчайшие частицы серебра, составляющие изображение, могут коагулировать в более крупные. В первую очередь это сказывается на участках **с** малыми плотностями, в результате чего черно-белое изображение становится контрастнее, а полутоны исчезают.

Изображение на цветных кинопленках по сравнению с черно-белым серебряным сохраняется значительно меньше. Красители, образующие цветное изображение, недостаточно прочны. Устойчи-

вость красителей в значительной степени связана с их природой. Пока не удалось найти достаточно стойкие красители.

Обесцвечивание красителей и образование новых в кинопленке могут происходить под действием света и в темноте. Световое и темновое обесцвечивание изображения происходят различно.

Под действием света желтый и пурпурный красители обесцвечиваются значительно быстрее, чем голубой. В результате серые детали в изображении приобретают синеватый оттенок. Однако световое обеспечивание почти не имеет значения для цветного изображения на кинопленке, так как суммарное время, в течение которого она находится под облучением — во время печатания изображения или проекции на экран, — составляет несколько десятков секунд.

При хранении кинопленки в темноте происходят сложные химические реакции с красителями, составляющими цветное изображение. Важнейшие из этих явлений следующие: распад голубого красителя, приводящий к покраснению изображения; образование вещества коричневато-желтого цвета в деталях с малой плотностью и на неэкспонированных участках кинопленки, делающих изображение коричневым.

Процесс разрушения цветного изображения ускоряется при нарушении режима температуры и влажности окружающего воздуха, а также при наличии веществ, выделяющихся подложкой кинопленки. Существенно влияет на сохранность изображения степень удаления из кинопленки вредных веществ, оставшихся или образовавшихся в слоях при фотографической обработке.

Предложено несколько способов сохранения изображения. Основные из них следующие: специальная технология обработки кинопленки, специальные условия хранения, многократное контратипирование, перезапись изображения и перенос на кинопленку или на подложку со специальными слоями.

Технология фотографической обработки должна обеспечивать полное вымывание оставшихся веществ и предотвратить образование веществ, способных действовать на изображение во время хранения кинопленки. Поэтому кинопленки, подлежащие долгосрочному хранению, дополнительно обрабатывают в растворах, удаляющих соли тиосульфата натрия, цветное проявляющее вещество и другие загрязнители. Кинопленки для обычного хранения могут содержать тиосульфата натрия не более 0,3 мг/м, для архивного хранения — не более 0,1 мг/м. Часто кинопленки подвергают специальной обработке, повышающей устойчивость слоев к плесневому поражению.

В процессе хранения и обработки размеры кинопленок хмогут меняться. Изменения бывают постоянными и временными.

Под постоянными изменениями размеров кинопленок понимают усадку, происходящую вследствие потери остаточных растворителей и пластификаторов эмульсионным слоем и подложкой. На величину усадки влияют условия хранения кинопленок, процессы фотографической обработки и техника проекции фильма.

Во время хранения кинопленок, в том числе и обработанных, усадка продолжается, причем на величину усадки сильно влияют ха-

рактер упаковки рулонов, плотность намотки, температура и влажность в помещении. Иногда происходит удлинение продольных размеров кинопленки, например при растяжении во время обработки в проявочных машинах.

Под временными изменениями размеров кинопленок понимают усадку или удлинение вследствие влияния влажности окружающего воздуха. Изменение влажности воздуха на 1% вызывает почти вдвое большее изменение размеров по сравнению с колебаниями по температуре на 1°С, однако эти процессы обратимк).

По ОСТу 19-62—76 кинопленки должны храниться при температуре воздуха 50±5° и относительной влажности 60±10%—до 15 суток; при температуре 20+2—5°С и относительной влажности 60+5—10% —До одного года; при температуре 15±5° и относительной влажности 50+15—10%—до трех лет; с температурой 10±±5°С и относительной влажности 50+10% —свыше трех лет.

Перед передачей на склад на хранение кинопленки наматывают на стандартные сердечники фотографическим слоем наружу, упаковывают в полиэтиленовые пакеты и укладывают в металлические или другие специальные коробки. Хранят их на стеллажах или в металлических шкафах в горизонтальном положении.

Температурно-влажностный режим хранения кинопленок контролируется с помощью психрометров не реже одного раза в сутки.

Для увлажнения кинопленок их помещают в специальные увлажнительные камеры (гидростаты) или особые шкафы-увлажнители. Эта операция проводится при температуре 15—20°С и относительной влажности ~75—85%. Увлажняемые кинопленки должны иметь слабую намотку фотографическим слоем наружу. Для увлажнения применяют насыщенные растворы хлористого натрия или бромистого калия. Продолжительность увлажнения 2—6 суток в зависимости от толщины фотографического слоя и степени пересушивания.

Для увлажнения можно воспользоваться и таким раствором:

Ацетона	15 мл
Глицерина	25 мл
Воды	60 мл

Продолжительность увлажнения — до двух суток.

Рулоны кинопленки полезно упаковывать в полиэтиленовые пакеты толщиной 0,12 мм и более, так как тонкий полиэтилен гигроскопичен. Размеры пакетов должны быть такими, чтобы почти не оставалось свободного места после помещения в них рулонов. Не менее одного раза в год следует менять упаковку кинопленки, перекладывая ее в новые пакеты в условиях, исключающих конденсирование влаги. Иногда кинопленки рекомендуют помещать в вакуум, в инертные газы и другие специальные условия.

Предложено много способов долгосрочного сохранения изображения. Например, путем перезаписи изображения с кинопленки на магнитную ленту и перевода изображения с кинопленки на металлическую ленту или диск и т. д. Иногда сохраняют изображение многократным его контратипированием. В этом случае процесс идет по та-

кой схеме: цветной негатив—>-три черно-белых цветоделенных позитива—^цветной контратип. С цветного негатива через три зональных светофильтра изображение печатают на черно-белые сенсибилизированные дубльпозитивные кинопленки. После фотографической обработки получают три частичных черно-белых промежуточных позитива, с которых изготовляют три черно-белых контратипа или один цветной контратип.

Повторяя с разрывами в несколько лет каждый из циклов контратипирования, можно на весьма длительное время сохранить изображение. Разумеется, что, чем больше будет циклов контратипирования, тем значительнее снизится качество изображения. Получение частичных изображений и дальнейшее их совмещение возможны лишь при использовании кинопленок на безусадочной подложке и при работе на очень точной копировальной аппаратуре. Чтобы исключить несовмещение частичных изображений из-за различной усадки кинопленок, эти изображения рекомендовано размещать на одной кинопленке, т. е. помещать кадры рядом или друг под другом.

В связи с тем что ни один из существующих способов не обеспечивает доброкачественного и длительного сохранения фильмовых материалов, исследования в этой области являются весьма актуальными.

§ 55. **Профилактическая обработка и реставрация кинопленки**

Профилактическая обработка должна предохранять кинопленку, снижая ее износ во время эксплуатации.

Так, в целях профилактики на поверхности кинопленки наносят защитные покрытия или применяют вещества, стабилизирующие ее физико-механические свойства.

Составы защитных покрытий весьма различны; они могут содержать природные и синтетические воски, полимеры, кремнийорганические вещества, снижающие коэффициент трения и адгезионное взаимодействие между контактирующими поверхностями, а также предохраняющие кинопленку от электризации, запыления и других влияний.

Для защитной обработки кинопленки применяют специальные и чистильные машины. Защитные операции в них ведутся раздельно, например парафинирование, лакирование, смазка, антистатическая обработка; иногда несколько операций объединяются в одну, например чистка и смазка, чистка и лакировка и т. д. Многие защитные покрытия по мере износа могут быть смыты и вновь нанесены на кинопленку.

Стабилизацию физико-механических свойств кинопленки проводят путем ее обработки в растворах, содержащих дубящие вещества, повышающие прочность фотографического слоя и уменьшающие его набухаемость; пластификаторы, увеличивающие эластичность и морозостойкость слоев. Для стабилизации изображения кинопленку

дополнительно обрабатывают в фиксирующем растворе и в воде или в специальных растворах, повышающих сохраняемость изображения.

Для восстановления утраченных свойств поврежденных негативов, контратипов, промежуточных позитивов и т. д., их чистки и приведения к первоначальному или близкому к первоначальному виду применяют реставрационную обработку.

В процессе реставрации восстанавливают физико-механические свойства кинопленки, удаляют загрязнения; устраняют царапины и потертости с поверхностей; уничтожают цветные пятна, осадки, плесень и другие подобные дефекты; ремонтируют разрушенные перфорации, склейки и края кинопленки, исправляют фотографическое изображение; заменяют поврежденные участки кинопленки новым изображением и т. д.

Для восстановления физико-механических свойств кинопленки ее фотографический слой обрабатывают диффузионными способами с использованием пластификаторов, гликолей и поверхностно-активных веществ. Временного устранения хрупкости и скручиваемости кинопленки достигают выдерживанием ее над паро-воздушной средой, включающей пары органических растворителей, действующих на фотографический слой и подложку. К таким составам относятся спирто-водо-ацетоновые смеси.

Часто хрупкую кинопленку, слабо смотанную в рулон, помещают во влажное помещение или в специальную камеру.

Больше всего кинопленку загрязняет пыль, которая притягивается ею и прочно держится на поверхностях за счет электростатического электричества, возникающего при перемотке и вследствие молекулярного сцепления частиц пыли.

Известно, что после фотографической обработки кинопленки, удаления противоореольного слоя, а для цветных кинопленок и после удаления серебра электростатические свойства кинопленки в значительной мере ухудшаются. Чем больше кинопленка заряжена электростатическим электричеством, тем сильнее притягиваются к ней частицы пыли.

Электростатические свойства кинопленки зависят от относительной влажности окружающего воздуха. Выяснено, что при 60—65% относительной влажности воздуха и температуре 21—24°С создаются оптимальные условия для обработки кинопленки и для обслуживающего персонала. По мере уменьшения влажности в помещении усиливается осаждение частиц пыли на кинопленку, а при 45% относительной влажности невозможно поддерживать чистоту на поверхностях кинопленки.

Чтобы уберечь кинопленку от пылевого загрязнения, все помещения, где ее обрабатывают (проявочные, копировальные, монтажные и др.), должны иметь кондиционированный воздух с ламинарным потоком. Для такого кондиционирования необходимо поддерживать избыточное атмосферное давление, предотвращающее проникновение загрязненного воздуха в помещение при открывании входной двери.

Рабочие помещения должны тщательно убираться. Причем сухая уборка недопустима. Стены, потолки, трубопроводы очищаются пыле-

сосом или влажной тканью. При работе с пылесосом следует обращать внимание на то, чтобы воздух не просачивался через фильтр обратно в помещение. При мытье полов используют синтетические щетки, а не волокнистые швабры или тряпки. Также нельзя применять стиральные пасты и порошки, частицы которых могут осаждаться на поверхностях помещения.

Одежда работников может быть источником пыли, например любая хлопчатобумажная волокнистая ткань сильно загрязняет кинопленку. Поэтому халаты, комбинезоны и шапочки делают из синтетического полиэфирного волокна. Разумеется, одежда всегда должна быть чистой.

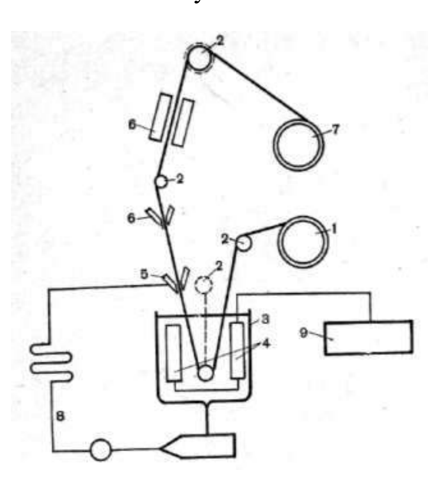


Рис. IX.2. Схема ультразвуковой чистильной машины: *1* — подающая кассета, *2* — лентопротяжный механизм, *3* — бачок с очищающей жидкостью, *4* — ультразвуковой преобразователь, *5* — форсунки для душевой промывки, *6* — форсунки воздушной сушки, *7* — приемная кассета, *8* — подготовительное устройство машины, 9 — ультразвуковой генератор

При перематывании кинопленки пользуются мягкими чистыми хлопчатобумажными перчатками, обработанными антистатиком.

Как правило, допуск посторонних людей в рабочие помещения должен быть запрещен.

Пыль, волокна и другие подобные загрязнения с поверхностей кинопленки удаляют ручным или машинным способами.

При ручном способе чистки кинопленку обрабатывают тампоном из замши, бархата или другого подобного материала, обязательно смоченным в этиловом спирте, фреоые-113, метилхлороформе и др.

Машинная чистка быстрее и эффективнее. Существуют машины, на которых применяются различные способы удаления загрязнений.

Наиболее распространены машины, очищающие кинопленку с помощью ультразвука. На рис. IX.2 показана принципиальная схема ультразвуковой чистильной машины. Кинопленка из кассеты поступает в бак с очищающим раствором, который состоит из органических растворителей жиров — метилхлороформа, перхлорэтилена, фреона-113 и др. В баке установлен ультразвуковой преобразователь, питаемый генератором. Во время работы преобразователь вызывает в баке с раствором процесс кавитации, т. е. эффект, подобный кипению с образованием в жидкости множества пузырьков, содержащих пары очищающего раствора. Пузырьки с очень большой силой действуют на поверхности кинопленки, проникают в поры, щели, зазоры и очищают их от различных загрязнителей. После чего кинопленка промывается в чистых струях растворителя и через сушильный шкаф поступает на наматыватель. Растворитель и воздух во время работы

машины непрерывно очищаются фильтрами и стабилизируются по температуре.

Царапины и потертости на поверхностях кинопленки пропечатывающегося характера сильно мешают зрительному восприятию изображения.

Если на подложке кинопленки есть царапины, свет, проходя во время печатания через них, рассеивается, смещается и отбрасывает тень на светочувствительный слой экспонируемой кинопленки. В результате на проявленном изображении появляются белые линии.

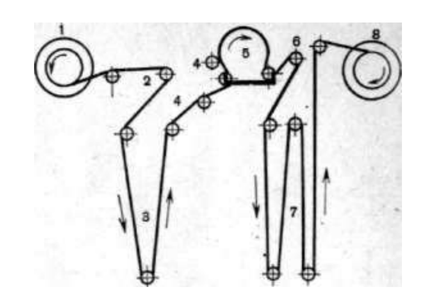


Рис. IX.3. Схема машины для матирования и глянцевания подложки кинопленки: *1* — сматыватель. *2* — пылеочиститель, *3* — первая камера досушки кинопленки, *4* — узел прижимных роликов, 5 — матирующий или глянцующий диск, *6* — узел отжимных роликов, 7 — вторая камера досушки кинопленки, *8* — наматыватель

Для устранения царапин и потертостей на подложке кинопленки применяют глянцевание и матирование. Эти способы основаны на поверхностном растворении подложки и ее накатки на ребра диска, которые могут быть глянцевыми или матовыми.

Глянцевание и матирование производят машинами различных конструкций. Основным узлом в машинах служит стеклянный диск с транспортирующим устройством и ванночкой для растворителя (рис. IX. 3). Во время работы подложка кинопленки плотно прижимается к глянцевой или матовой поверхности ребра диска, непрерывно вращающегося и смачивающегося в расположенной под ним ванночке с растворителем. Жидкость, захватываемая диском, растворяет поверхность подложки и подготовляет ее к накату. Ребро диска, плотно прижатое к подложке, делает поверхность кинопленки глянцевой или матовой. Степень устранения царапин и потертостей зависит от оттиска диска. С помощью глянцевания устраняются небольшие повреждения на подложке, а матированием — более глубокие царапины.

Глянцованные кинопленки пригодны для оптического и контактного печатания изображения. Недостатком глянцевания является то, что такие кинопленки повреждаются значительно быстрее, чем нереставрированные. Матированные кинопленки не пригодны для печатания оптическими копировальными аппаратами, так как подложка, ставшая зернистой, пропечатывается и делает изображение зернистым. Вследствие этого глянцевание и матирование кинопленки применяют лишь в крайних случаях.

Есть способ, основанный на том, что диск небольшого диаметра, вращаясь в ванночке с растворителем, наносит на подложку кинопленки, не касаясь ее тончайший слой растворителя удаляющего мелкие повреждения. Этот способ не требует длительного гигростатирования, применяемого перед обычным глянцеванием или матированием с целью устранения коробления, которое служит причиной

возникновения вокруг перфораций бугорков, мешающих плотному контакту поверхности подложки с диском.

Царапины на фотографическом слое кинопленки при печатании воспроизводятся в виде черных или цветных линий. Устранение царапин и потертостей на фотографическом слое основано на способности набухшей желатины при высыхании затягивать неглубокие повреждения.

Для устранения царапин и потертостей кинопленку обрабатывают в реставрационных машинах. На рис. IX.4. приведена схема ма-

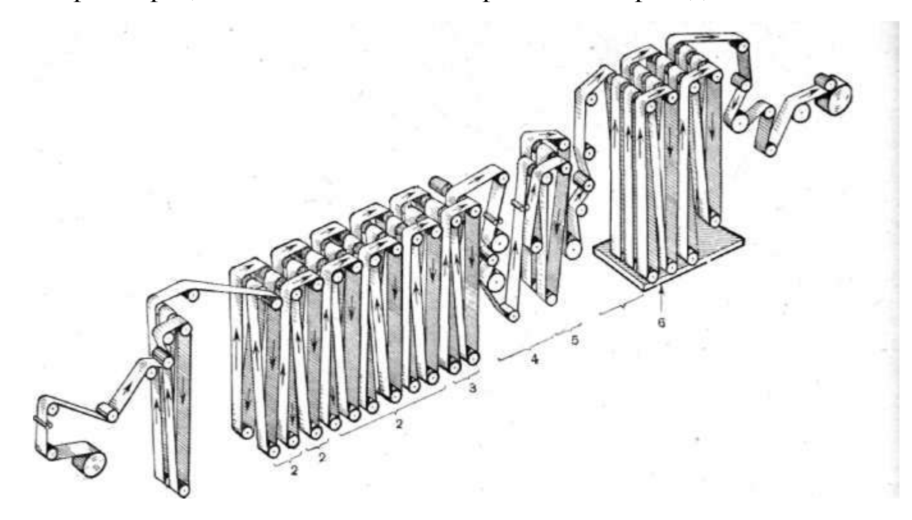
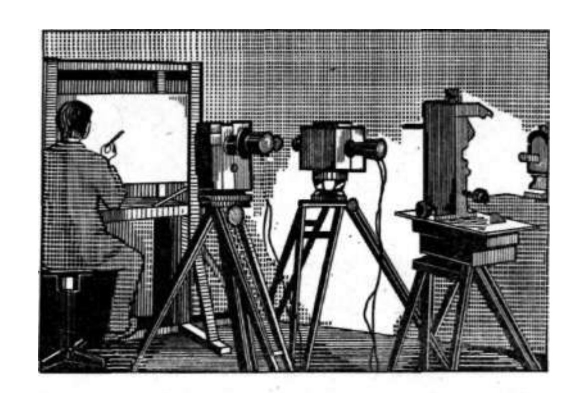


Рис. IX.4. Схема реставрационной машины: *1* — магазин запаса, 2 — баки с растворами, в которых набухает фотографический слой, *3* — баки с промывной водой, *4* — глянцевальный узел, *5* — баки с промывной водой, *6* — сушильный шкаф

шины, в которой кинопленка из кассеты через загрузочный магазин поступает в баки с водными растворами синтетических моющих средств. В баках происходит двусторонняя очистка и набухание фотографического слоя. Чтобы повысить его набухание, в раствор вводят специальные вещества. Затем очищенная и набухшая кинопленка поступает в устройство с замшевыми барабанами-щетками, которые полируют фотографический слой и заделывают повреждения. Полировка слоя происходит при непрерывной подаче воды через сопла, направленные на поверхность кинопленки. Пройдя каплесдуватель и освободившись от излишней влаги, кинопленка попадает в отделение лакировки, где на фотографический слой наносится защитный лак. После чего кинопленка сушится и поступает на наматыватель. Состав растворов и температура поддерживаются постоянными с помощью дозаторов и терморегуляторов.

Для устранения плесени рекомендованы различные растворы, например 1%-ный спиртовой раствор динитротрихлорбензола, динитроданбензола и др. Однако, прежде чем применять какие-либо растворы, необходимо их проверить опытным путем на пробах от реставрируемой кинопленки, так как иногда под действием растворов может изменяться цветное изображение.

Иногда в фильм включают старые хроникальные и архивные материалы, изношенные или плохо хранившиеся. Такие материалы плохо поддаются реставрации, поэтому для каждого материала подбирают индивидуальный способ обработки. Реставрация может быть руч-



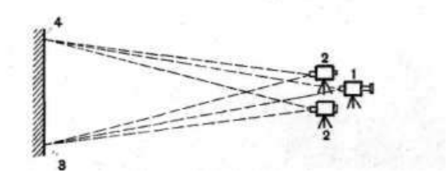


Рис. IX.5. Установка для покадровой пересъемки с ретушью изображения: *1* — покадровый проектор, *2* — съемочные аппараты для покадровой съемки, *3* — место ретушера, *4* — экран, на котором производится ретушь изображения

ной, например при ремонте нарушенных перфораций или края кинопленки, при удалении следов воскового карандаша и других дефектов.

В ряде случаев применяют контратипирование с иммерсионным печатанием изображения или покадровое репродуцирование с ретушью изображения (рис. IX.5). Репродуцированием можно изменять масштаб изображения, удлинить или сократить количество кадров по отношению к переснимаемому оригиналу, исправить неустойчивость кадра и т. д. Ретушь при репродуцировании позволяет устранять пятна, царапины и лишние детали в изображении.

ЛИТЕРАТУРА

Артюшин Л. Ф. Основы воспроизведения цвета. М., «Искусство», 1970.
БараусоваН. С, Бондарчук В. М., Гинзбург Л. С, Гусев В. П., Проворное С. М., Серединский А. М. Кинооборудование кино- и телестудий. М., «Искусство», 1975.
Блюмберг И. Б. Технология обработки кинофотоматериалов. М., «Искусство», 1967.
Высоцкий М. 3. Системы кино и стереозвук. М., «Искусство», 1971.
Выходцев А. В. Телевизионная передача кинофильмов. М., «Связь», 1975.
Голдовский Е. М. Введение в кинотехнику. М., «Искусство», 1974.
Головня А. Д. Мастерство кинооператора. М., «Искусство», 1965.
ГороховскийЮ. М., Левенберг Т. М. Общая сенситометрия. М., «Искусство», 1963.
Ирекии Г. Л. Современный кинотеатр. М., «Искусство», 1976.
Кириллов Н. И. Основы процессов обработки кинофотоматериалов. М., «Искусство», 1977.
Коноплев Б. Н. Основы фильмопроизводства. М., «Искусство», 1975.
Миз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л., «Химия», 1973.
Основы технологии светочувствительных материалов. Под общей редакцией проф. В. И. Шеберстова. М., «Химия», 1977.
Современные системы записи и воспроизведения изображения. Сост. В. И. Ушагина. М., «Искусство», 1972.
Шашлов Б. А. Теория фотографического процесса. М., «Книга», 1971.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Иофис Е. А.
И 75 Кинофотопроцессы и материалы. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Искусство, 1980. — 240 с, ил.

Книга является учебником по одноименному курсу для студентов операторского факультета Всесоюзного государственного института кинематографии. В ней описываются свойства кинопленок, цветных и черно-белых кинофотоматериалов, рассматриваются принципы оценки изображений. Предыдущее издание вышло из печати в 1964 году. Книга предназначена для студентов ВГИКа, а также операторов-практиков, работающих на кино- и телестудиях, в исследовательских институтах.